

CENTRO NACIONAL DE EDUCACION A DISTANCIA

TEORÍA

ELECTRÓNICA

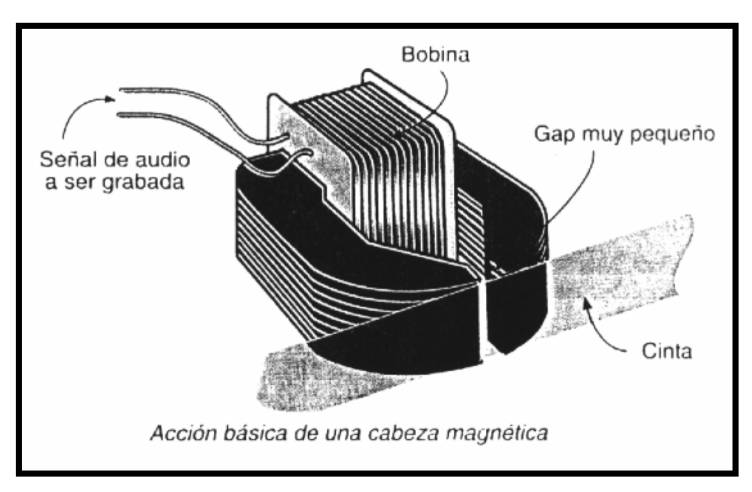
INDUSTRIAL

ENVÍO 4



CABEZAS MAGNÉTICAS.-

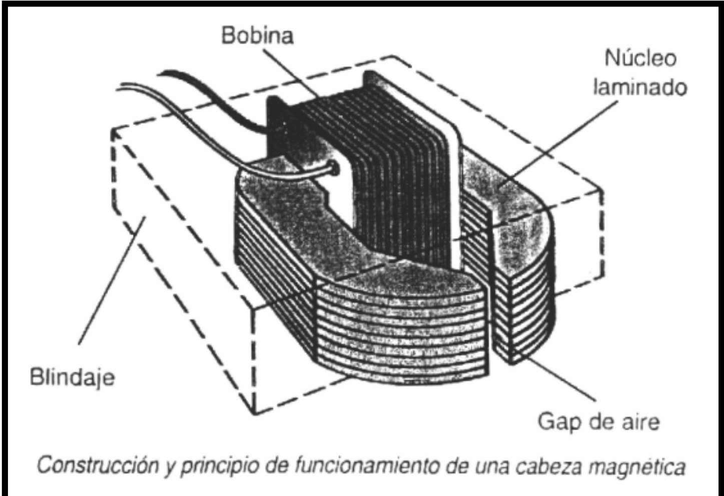
Las cabezas magnéticas son transductores utilizados para convertir la información sonora grabada en cintas magnéticas en señales eléctricas de audio durante el proceso de reproducción (play), borrarla durante el proceso de borrado o convertir información eléctrica en magnética durante el proceso de grabación (record).



Acción básica de una cabeza magnética

Todas las grabadoras de cassettes, por ejemplo, utilizan al menos una cabeza para estas tres funciones o cabezas independientes para cada una.

Una cabeza magnética se compone básicamente de una bobina y un núcleo magnético laminado con un pequeño entrehierro o gap de aire entre sus polos. Todo el conjunto está encerrado en una cápsula de montaje, tal como se muestra en la figura derecha.



Construcción y principio de funcionamiento de una cabeza magnética

La función del entrehierro es concentrar el campo magnético producido con el fin de que pueda penetrar profundamente en la cinta.

Grabación de la cinta.-

Durante el proceso de grabación, la señal eléctrica se aplica a la bobina de l a cabeza de grabación, produciendose un campo magnético en el entrehierro. A medida que pasa la cinta cerca de este último, las particulas de óxido de hierro o cromo de la misma se magnetizan, formando un patrón de dominios o zonas magnéticas que represen tan el sonido

original y cuya longitud e intensidad de magnetización dependen de la frecuencia y la magnitud instantáneas de la señal de audio.

Reproducción de la cinta.-

Durante el proceso de reproducción, a medida que la cinta pasa por la cabeza de reproducción, estos dominios inducen en la bobina pequeñas señales de voltaje que son una réplica eléctrica de la información de audio grabada en la cinta. Después de amplificadas, estas señales se utilizan para reproducir el sonido original en un parlante.

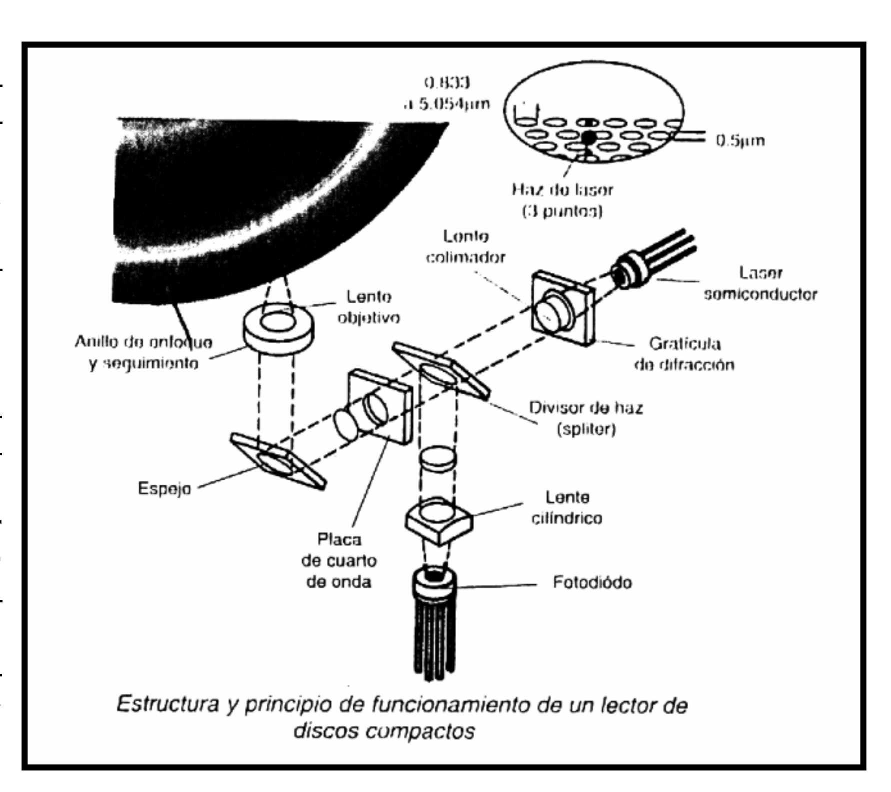
Borrado de la cinta.-

Durante el proceso de borrado, la cinta pasa por una cabeza de borrado cuya bobina está siendo alimentada por una señal de alta frecuencia. El efecto de esta señal es desalinear los imanes de la cinta y obligarlos a apuntar en todas direcciones, cancelandose mutuamente sus efectos megnéticos. La cabeza de borrado se caracteriza por tener un entrehierro más amplio que el de las otras cabezas.

LECTORES ÓPTICOS.-

Los lectores ópticos son transductores, realmente sistemas electro-ópticos completos, que se utilizan para recuperar la información de audio codificada y grabada digitalmente en forma de depresiones (pits) sobre la superficie de los discos compactos o Cds. Básicamente constan de un sistema de lentes y espejos, una fuente de luz láser (diodo laser) y un detector o captador de luz (fotodiodo).

La fuente láser proporciona un haz intenso y



Estructura y principio de funcionamiento de un lector de discos compactos

muy estrecho de luz que pasa a través del sistema de lentes y espejos, incide sobre el disco y se refleja. El haz reflejado es captado por el fotodiodo y su intensidad relativa varía de acuerdo a la ausencia o presencia de pits en el disco a medida que se realiza la lectura de la pista o track.

La información óptica captada por el fotodiodo es convertida a digital (niveles altos y bajos de voltaje) y luego procesada por diferentes circuitos hasta convertirse en sonido. Observe que en este sistema no existe contacto físico entre el transductor y el medio de grabación, como si ocurre en los tocadiscos convensionales y las grabadoras/reproductoras de cassettes. Por tanto, no hay desgaste.

INTRODUCCIÓN A LOS CIRCUITOS INTEGRADOS (CI)

Los circuitos integrados consisten fundamentalmente en que sobre un diminuto cristal semiconductor se han podido formar bloques completos tales como: amplificadores, osciladores, circuitos lógicos u otros en donde todos los componentes han sido miniturizados a tal grado, que un bloque de estos, completo, es del tamaño de un transistor convencional.

Dentro de esta cápsula pueden existir varios transistores, según el tipo de circuito, hasta unos 150 o más. Además puede contener diodos, resistencias, condensadores y bobinas, o sea prácticamente todo lo que se conoce en tamaño grande, se ha logrado llevar a un proceso de miniaturización por medio de la técnica de fotografía, fotoprotección, reacciones químicas y otros procesos de moderna tecnología.

Estos elementos pueden interconectarse adecuadamente por medio de microscópicas conexiones realizadas con técnicas especiales.

Se tiene así un conjunto que constituye en sí mismo un circuito completo (elementos activos, pasivos y conexiones) integrado en un único cristal de silicio. De ahí su nombre de circuito integrado (CI).

Las dimensiones totales son similares o menores a las de un pequeño transistor, puesto que una placa típica de un circuito integrado mide unos 1,6 mm^2, con un grosor de 0,25mm y contiene por ejemplo unos 50 componentes electrónicos, siendo las dimensiones normales de estos las siguientes:

Transistores-------------------------- 0,16 X 0,1 mm.
Diodos-------------------------------- 0,11 X 0,076 mm.
Resistencias-------------------------- 0,5 X 0,3 mm.

Los componentes se colocan muy próximos entre sí y son en general de silicio, puesto que este elemento tiene una Ico muy pequeña a temperatura ambiente. Las interconexiones

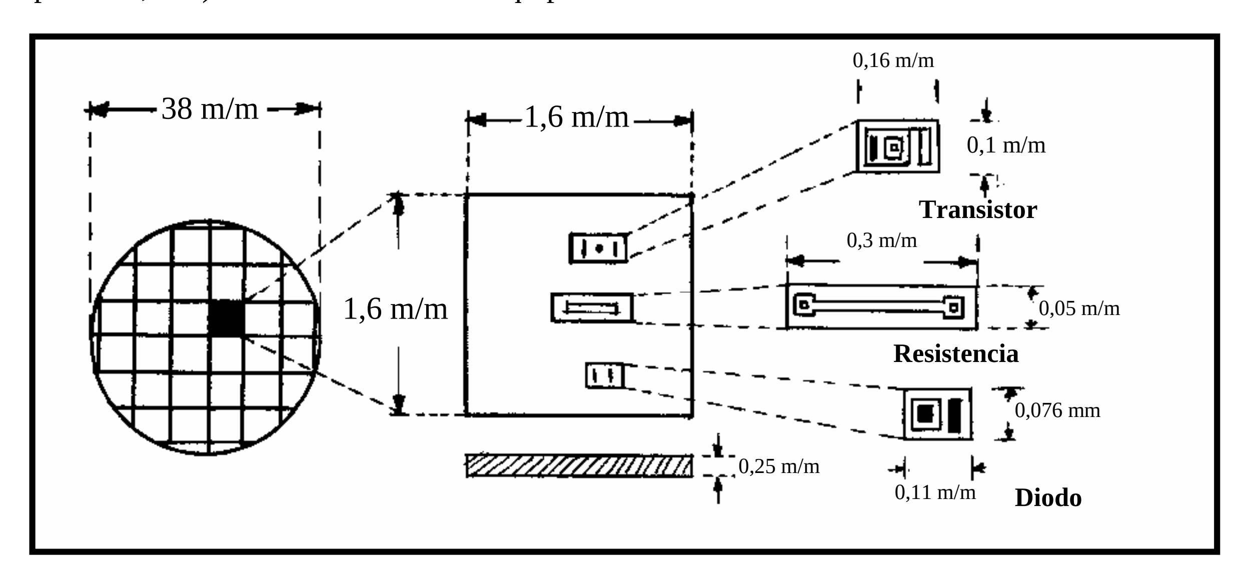
son metálicas, condensadas sobre la superficie, y generalmente constituyendo varias capas a la manera de sándwich.

Los circuitos integrados pueden dividirse en dos grandes grupos:

1) CI digitales
2) CI lineales o analógicos

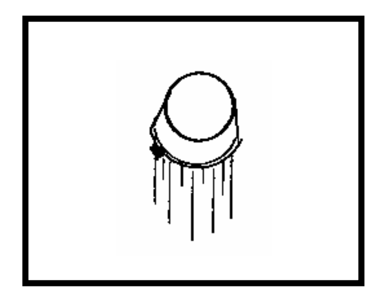
CI digitales: Se llaman así por su circuito y función (conmutación, compuertas, multivibradores, etc.). Se usan principalmente en equipos electrónicos profesionales (contadores, computación, control de proceso, etc.)

CI lineales: se llaman así por su circuito y función (amplificación de CC; RF, audio de potencia, etc.). Pueden utilizarse en equipos electrónicos de consumo o entretenimiento.

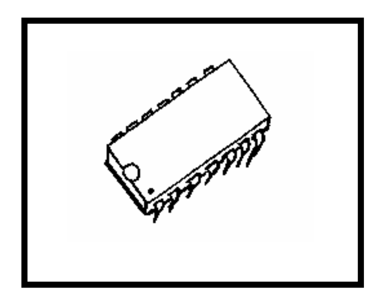


Formas físicas comunes de presentación de circuitos integrados. -

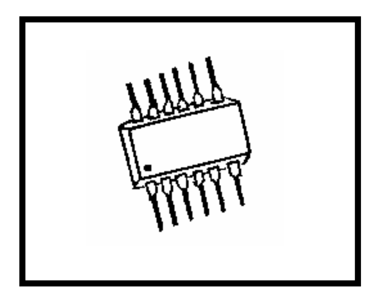
a) Tipo circular de patas múltiples



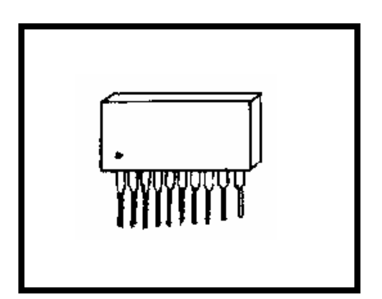
b) Bloque plástico de doble línea.



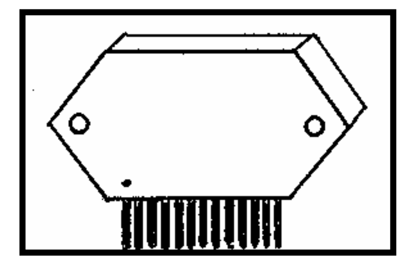
c) Bloque plano doble línea.



d) Bloque plano una línea

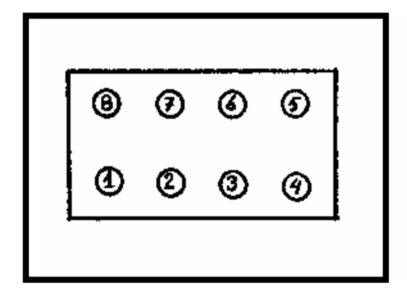


e) Bloque plano una línea de potencia

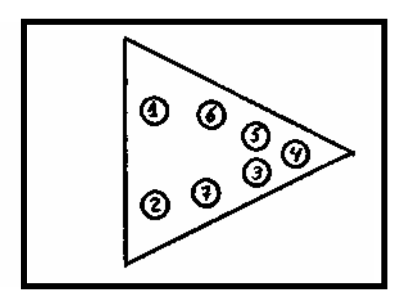


Formas eléctricas de representar un circuito integrado. -

a) Forma rectangular



b) Forma triangular



Introducción:

Los primeros circuitos integrados fueron en su mayoría digitales, debido a relativa menor complejidad.

Estaban destinados al campo profesional en el que encontraban inmediatamente aplicación.

Con mayor experiencia de manufactura y progresos en técnicas de producción fue posible crear muchas funciones lineales en forma monolítica.

Últimamente el rango de funciones se ha incrementado rápidamente y los precios declinaron. En tal forma que muchos manufactureros de productos electrónicos de consumo, han comenzado a utilizar los circuitos integrados o están pensando incluirlos en sus equipos.

Ventajas de los CI

Las ventajas de su uso residen en muchos factores. Quizás el más evidente, es la posibilidad de miniaturización. Otro, no menos importante, es la confiabilidad, que supone la eliminación de interconexiones, componentes, etc.

Las modernas técnicas fotolitográficas de precisión que se utilizaron en su elaboración, permite obtener, sobre un pequeño trocito (chip) de cristal semiconductor, una gran cantidad de elementos activos y pasivos.

Esta posibilidad es utilizada para formar circuitos mucho más complejos que lo que se podría encontrar para una función similar con elementos discretos y así superar el rendimiento y/o compensar limitaciones.

Técnicas básicas de manufactura:

Los circuitos integrados son producidos con técnicas silicioplanar, es decir, que en un pequeño cristal de silicio (chip) se crean regiones P y N por medio de una sucesión de pasos de oxidación, enmascaramiento, ataque químico y difusión.

Esta técnica aprovecha las propiedades de protección del dióxido de silicio: SIO_2 (la materia prima del vidrio), el cual puede ser producido en muy finas capas, por oxidación sobre la superficie del cristal, y es muy estable.

La principal diferencia en la estructura con respecto a otro tipo de semiconductores discretos, por ejemplo, un transistor de silicio NPN, es que en lugar de partir de un sustrato (soporte) tipo N, que a la vez es colector, para los circuitos integrados se usa un sustrato tipo P, que será el soporte de todos los elementos incluidos en él.

Para hacer el colector de un futuro transistor NPN, por ejemplo, se difunde dentro del sustrato P una región tipo N que se manifiesta aislada.

Las aislaciones en circuitos integrados suelen realizarse por medio de tabiques, constituidos por angostas y profundas difusiones P y/o se establecen eléctricamente, polarizando inversamente todas las junturas PN que se formen en esta etapa del proceso.

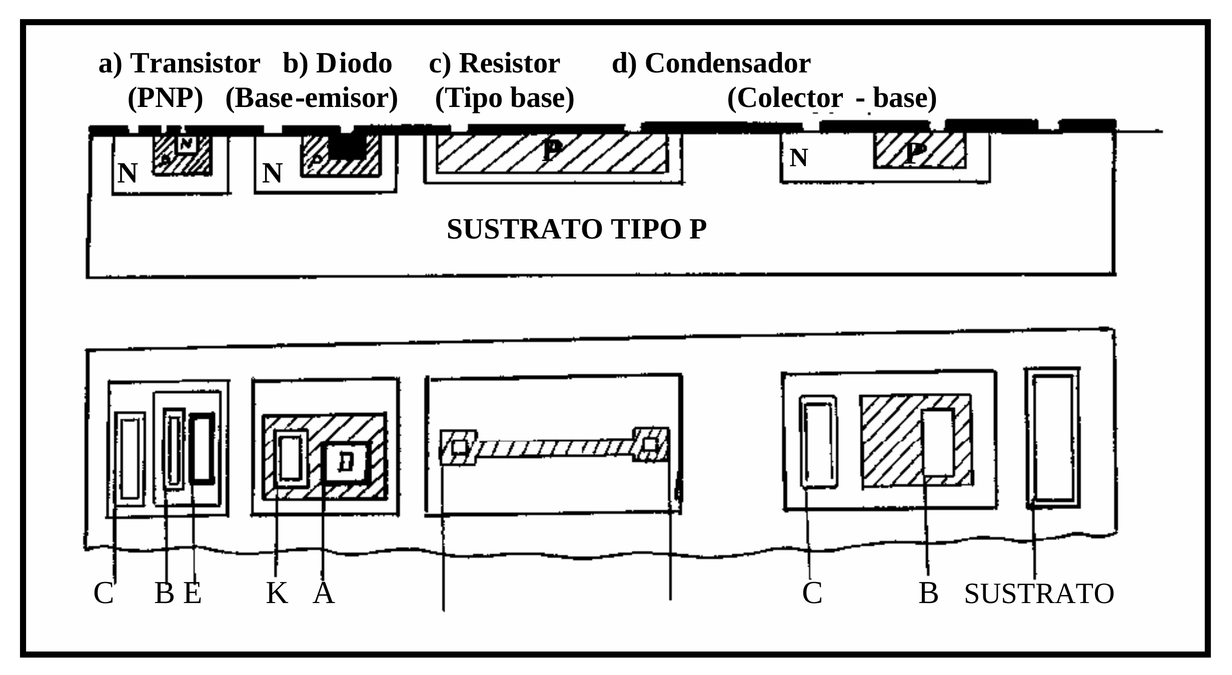
Siguiendo con el transistor, puede difundirse luego una zona P dentro de la N y se tendrá una base, y luego otra N dentro de la P para actuar como emisor.

Los diodos son hechos como parte del transistor; los resistores son tiras de semiconductores P o N, y para realizar un capacitor se aprovecha el efecto de capacitancia de juntura o se crea un real capacitor usando como dieléctrico el óxido de silicio.

En la figura siguiente pude verse, muy ampliado y en forma esquemática en corte y planta, un chip conteniendo un transistor NPN, un diodo tipo base -emisor, es decir formado por las difusiones que en el transistor constituyen la base y el emisor, un resistor tipo base y un capacitor de juntura tipo colector-base.

Las conexiones entre las diversas partes son creadas depositando por evaporación, una capa fina de metal (aluminio) sobre la superficie. Esta superficie fue cubierta previamente con una capa fina de óxido de silicio, a la que se le practicaron ventanas a través de las cuales el metal hace contacto con los elementos correspondientes.

Las interconexiones se realizan eliminando el exceso de metal conductor. Tanto la ventanas como la eliminación del sobrante de metal se hacen en seudas operaciones de ataque químico, previa protección de las zonas que deben permanecer sin ser atacadas, por medio de procedimientos de enmascaramiento fotográfico.



Con anterioridad, también por sucesivas operaciones de oxidación de enmascaramiento y ataque de zonas sin protección, habían sido formadas las ventanas por donde se realizaron las difusiones para crear los elementos del circuito.

Los circuitos integrados se producen simultáneamente muchos a un tiempo sobre un disco de silicio P de 38 mm aproximadamente, el cual al finalizar todas las operaciones, es partido por ranuras practicadas al efecto, en pequeños trozos (chip) que contienen cada uno un circuito integrado completo. Los chips miden 1,27 mm por lado o menos y van montados generalmente en cápsulas metálicas T0-74 (circular, similar a la T0-5. Pero con 10 terminales), o en cápsula plástica rectangular tipo D.I. L. (dual in line) de 14 o 16 terminales laterales (7 u 8 a cada lado, dobladas o tipo falt pack)

Elementos de los circuitos integrados con transistores integrados

El chip de la figura siguiente representa en primer lugar un transistor NPN, para pequeña señal.

Las dimensiones de los transistores varían con el nivel de corriente o de potencia a manejar.

Como en un circuito integrado lineal es usual que este nivel aumente desde la entrada a la salida, el tamaño de los transistores se va incrementando en ese sentido.

El sustrato P forma un diodo parásito con el colector N. Además la combinación sustrato P-colector N-base P puede considerarse como un transistor PNP, aunque de pobre calidad, y generalmente se utiliza como tal. Estos elementos parásitos pueden afectar el rendimiento y que siempre aparecen en los circuitos integrados pueden, no obstante, aprovecharse para algún requisito circuital.

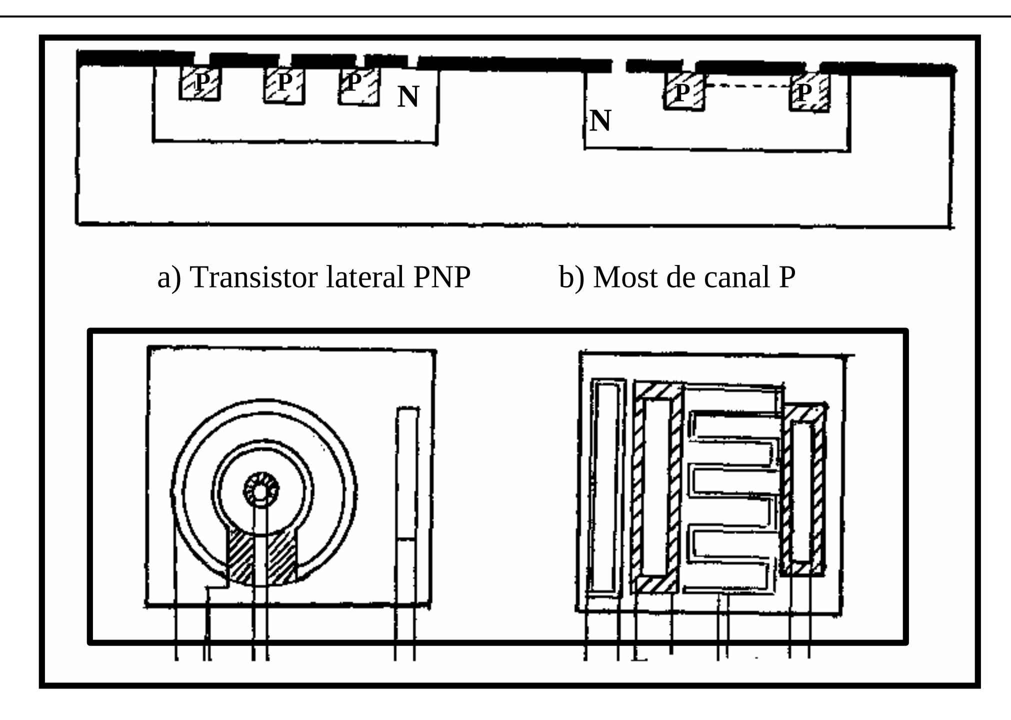
Cuando por razones de polaridad u otras (nivel, etc.), deseen realizarse conexiones de acoplamiento por medio de un capacitor a un transistor integrado, este capacitor casi siempre debe ser externo, por la dificultad de crear grandes capacitancias dentro del chip. Por ello el acoplamiento interno, entre los diversos elementos del circuito integrado es casi siempre para corriente continua (sin capacitores) y es usual la configuración de circuitos con transistores complementarios (NPN y PNP, para lo cual son necesarios transistores PNP.

Los transistores PNP pueden crearse en varias formas: si se hace una difusión P adicional dentro de la región N del emisor, podría utilizarse la base P, el emisor N y esta nueva región P, como respectivamente el colector, la base y el emisor de un nuevo transistor PNP.

Para realizar una difusión adicional con sus operaciones de oxidación, enmascaramiento, ataque químico, etc., no es económicamente conveniente.

El transistor parásito PNP. Formado con el substrato como se menciono antes, de pobre calidad, además de que, por ser el substrato soporte común de los demás elementos, puede ser imposible utilizarlo.

Para obviar estos inconvenientes se creó el transistor PNP, lateral (figura siguiente) en una región N. Se difunde un anillo P, y simultáneamente un punto central P.



Se forman así las tres zonas (el punto central P, la corbata N, remanente a su alrededor y el nuevo anillo P) que constituyen un transistor PNP llamado lateral por serlo su principal efecto derivado de su geometría.

Un tipo especial de transistor, el llamado de efecto de campo tipo MOS (metal óxido semiconductor) puede ser integrado fácilmente. Como indica la figura, en una zona N se difunden zonas P que constituirán el MOS de canal P con sus electrodos DRAIN y SOURCE.

Una capa de óxido de espesor cuidadosamente controlado, aplicad sobre el canal, y su metalización correspondiente, constituyen la compuerta aislada GATE.

Tanto en los transistores de efecto de campo, como en los demás tipos de transistores de los circuitos integrados, los electrodos presentan muy frecuentemente una geometría entrelazada , a fin de aumentar el efecto de los mismos y la corrientes admisibles, siguiendo en todas las típicas configuraciones planares.

Diodos integrados

Los diodos pueden ser creados como parte de transistores NPN.

El más comunes el diodo tipo base-emisor, el cual es de baja impedancia y baja tensión.

Diodos zener también se realizan, pero más a menudo se utilizan series de diodos polarizados en forma directa para entregar caídas de tensión múltiples de 0,7V.

Esto podría no ser económico con elementos discretos, pero si lo es para circuitos integrados.

Resistores integrados

Los resistores son realizados como tiras de difusión tipo base -emisor.

El tipo de base proporciona valores desde 50K hasta 50 aproximadamente, y el tipo emisor menores de 100.

Se varían los anchos y los largos para obtener los valores requeridos.

Las tiras más largas son usualmente replegadas para mayor capacidad y los bajos valores de resistencias se hacen con tiras en paralelo.

Capacitores integrados

Los capacitores integrados se realizan utilizando la capacitancia de juntura de un diodo polarizado inversamente o utilizando una fina capa de óxido de silicio como dieléctrico.

Las capacitancias son pequeñas.

En el caso de un capacitor diodo tipo colector -base, la capacitancia es de 0,1 a 0,2 Pf por mil cuadrado y es dependiente de la tensión.

Detalle de un CI típico

Proyecto del circuito

Disposición del circuito

Placa DUF

Placa de aislamiento

Placa de base

Placa de emisor

Placa de contacto e inter conexiones

Lámina de SI

Limpieza y oxidación

Difusión DUF y proceso epitaxial

Difusión de aislamiento

Difusión de base

Difusión de emisor

Colector e inter conexiones

Comprobación

Marcado y división

Chip placa individual del circuito

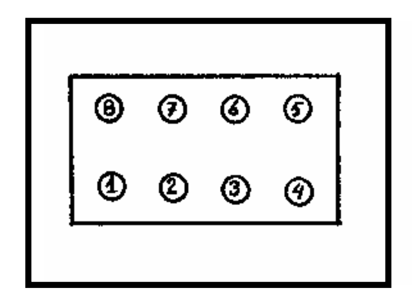
Montaje en la cápsula

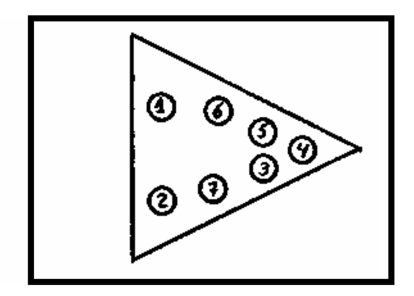
Sellado de la cápsula

Prueba final

Numeración de los terminales de un circuito integrado

En forma similar a lo que se realiza con válvulas, los circuitos integrados se representan con un símbolo rodeado de pequeños números, los que corresponden a la ubicación de los terminales.





Con transistores no se hace así porque estos solamente traen tres elementos de conexión. Pero con circuitos integrados, que suelen tener de 4 a 16 terminales o más, la numeración es fundamental.

Pero sucede que en las publicaciones de aplicación de circuitos integrados, no siempre e dibuja la cápsula, lo que permitirá conocer la ubicación de los terminales de conexión en forma inmediata.

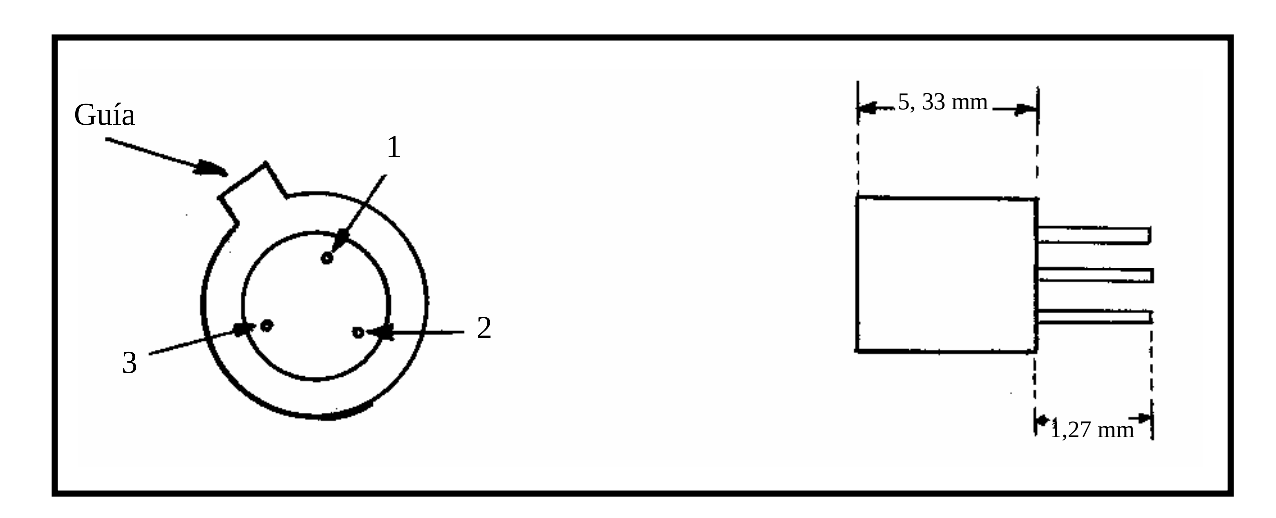
Para salvar esta dificultad, daremos a continuación algunas aplicaciones prácticas con las que podrá conocerse en la mayoría de los casos, el terminal de la cápsula correspondiente a cada número.

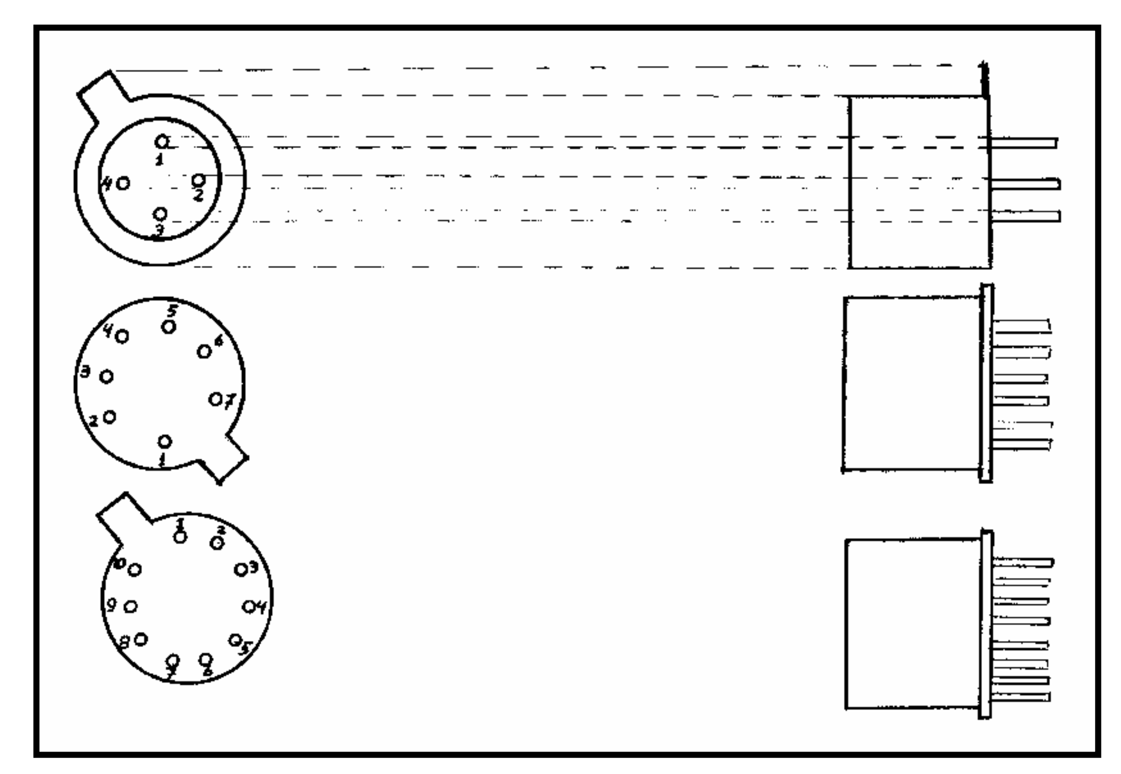
Cápsula

Las cápsulas de los circuitos integrados pueden ser metálicas (cilíndricas con rebordes), o bien de plástico (forma rectangular prismática). Las de tipo metálica suelen tener entre 3 y 10 terminales. Las de plástico 4 a 8 terminales de cada lado (8 a 16 en total), dobladas hacia abajo. También existen algunos tipos especiales miniatura, con cápsul a plástica y 3 o 4 terminales en un solo lado.

Cápsula metálica

En los circuitos integrados con cápsula metálica, los terminales se cuentan al igual que en las válvulas, en el sentido de la aguja del reloj a partir de la guía (pequeño resalto rectangular en el borde de la cápsula), y muy importante, con la cápsula vista desde abajo. El terminal 1 es el siguiente a contar desde la guía.

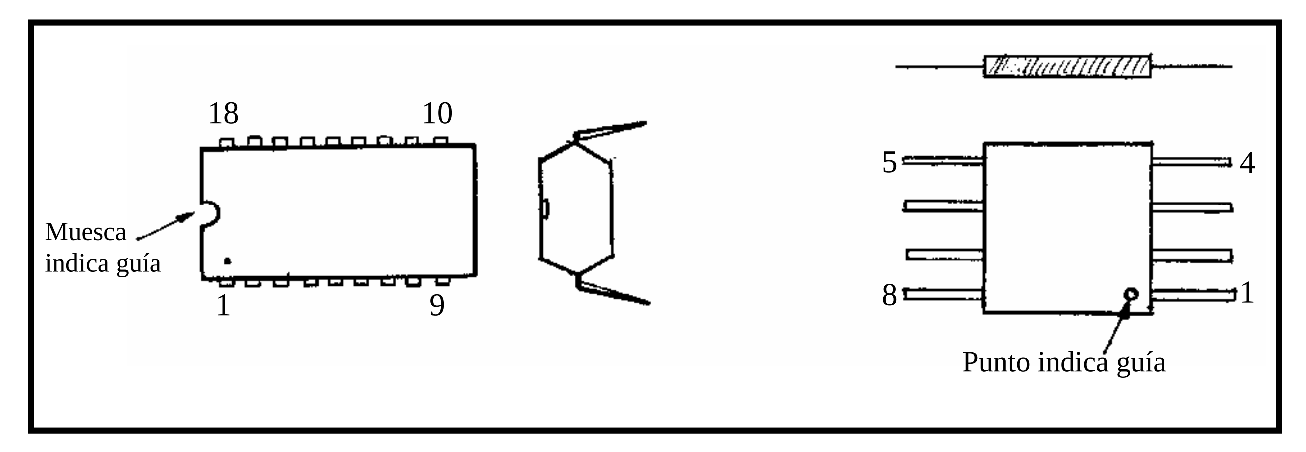




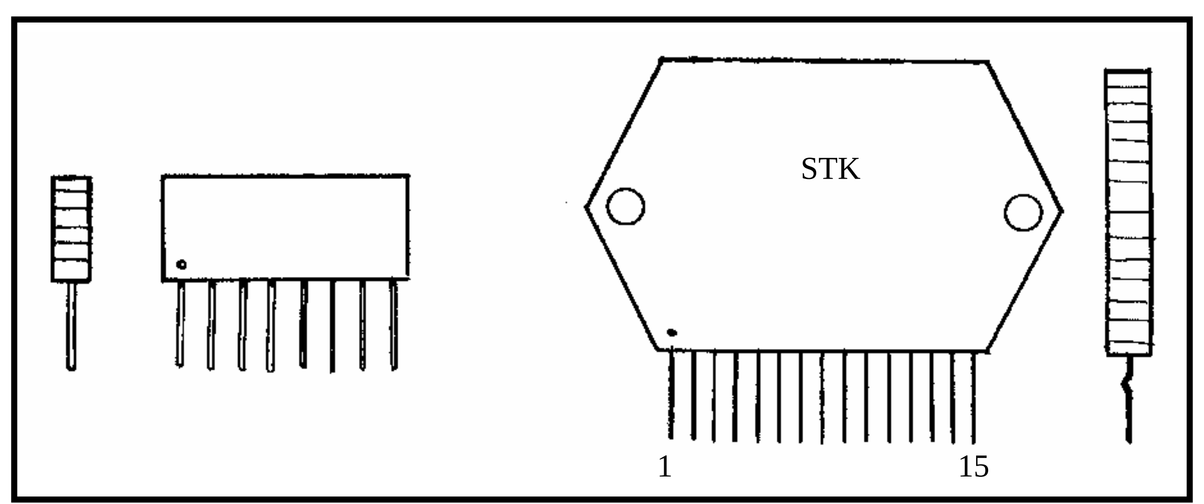
Cápsula plástica

En la cápsula plástica (excepto para los tipos miniatura especiales) los terminales se cuentan en sentido contrario a las agujas del reloj, pero con la cápsula vista de arriba.

Para ello existe en la cara superior, en un lado correspondiente a un extremo, una muesca a partir de la cual se cuentan los terminales, o un punto indicador jun to al terminal 1. En la figura e observan los bloques plásticos de doble línea.



Para ciertos tipos especiales, estas reglas pueden variar ligeramente. Por ejemplo, para el circuito integrado miniatura o de potencia, que vienen en cápsulas cuadradas o prismáticas de cierta cantidad de terminales de un solo lado, un pequeño punto indica la cara superior y los terminales se cuentan, por lo tanto, con esta cara arriba, de izquierda a derecha.



Finalmente diremos que para probar un circuito integrado deberemo s verificar con el osciloscopio la forma de onda de entrada y de salida. Si esto se cumple, diremos que el circuito integrado bajo prueba está en buenas condiciones.

También podemos verificar los CI midiendo voltajes a los diferentes pines y comparándolos con el plano o circuito. Cualquier variación de tensión en algunos de sus pines, es motivo para pensar que el CI bajo prueba está defectuoso.

Amplificadores de corriente continua

Generalidades:

Hay que aclarar que en este tipo de amplificadores, el término "corriente continua" no quiere decir que amplifiquen o eleven la corriente continua pura, cosa imposible de lograr directamente sino que amplifican variaciones muy lentas de tensión, que debido a la constancia de sus valores reciben el nombre de CC. Para comprender mejor este concepto, supongamos que se está controlando la velocidad de un motor mediante una dínamo tacométrica que gira acoplada al eje de aquel y produce una tensión proporcional a su velocidad. Las pequeñas variaciones de la velocidad hay que corregirlas inmediatamente con el sistema adecuado, al que se le introduce el estado del motor por la tensión que genera la dínamo.

La velocidad se mantiene normalmente fija y solo de vez en cuando se producen ligeras oscilaciones, que motivan la aparición de pequeñas diferencias de tensión. Estas lentas variaciones de tensión, que como ejemplo pueden alcanzar solo unas décimas de volts en varias horas de funcionamiento, hay que amplificarlas adecuadamente hasta el nivel de entrada que requiere el sistema que trata y analiza esa señal.

Estos amplificadores son los que reciben el nombre de "corriente continua".

Un transistor que amplifique las señales de corriente continua que se han comentado, precisa un circuito de polarización y su trabajo es básicamente similar al que se explicó en los amplificadores de B.F. y A.F. pero dadas las características especiales de la señal que lo atraviesa, presentan la siguientes particularidades:

a) El acoplamiento entre las etapas de los amplificadores de CC ha de ser forzosamente directo, ya que los sistemas de transformador o R-C bloquean la componente continua y con ella la señal que se está amplificando. Este tipo de acoplo hace que se eleve la tensión de polarización de entrada de cada etapa, y en unas pocas se alcance el límite de la alimentación, con lo cual, y si se precisan más etapas, hay que colocar delante de ellos un circuito que reduzca la tensión final de salida de las etapas anteriores.

b) Las variaciones que se producen en la temperatura ambiente repercuten en el funcionamiento del transistor y son muy difíciles de distinguir y separar de las variaciones de la señal CC; ambos tipos de variaciones son aproximadamente de igual magnitud y características. La polarización de las etapas de CC ha de estar preparada para evitar las variaciones de carácter térmico, pero no las procedentes de la señal.

c) Presentando en el aparato, el grave problema que en este tipo de circuito supone la temperatura, es imprescindiblemente usar en ellos corrientes inversas entre electrodos, muy inferiores a las fabricadas con germanio y estas corrientes son las más afectadas por los cambios de temperatura.

El amplificdor diferencial

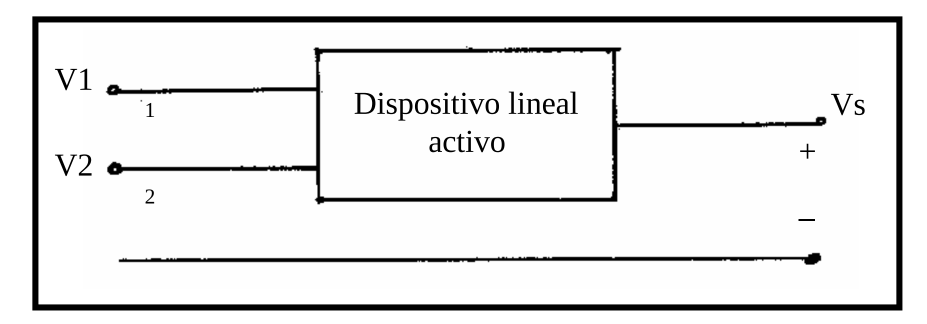
Introducción:

Cuando se desea amplificar específicamente variaciones de corriente continua, la mejor configuración es la del amplificador diferencial, que es uno de los principales conjuntos de casi todos los circuitos integrados monolíticos y por lo tanto de gran importancia. Su función es en general, la de amplificar la diferencia entre dos señales.

Su importancia deriva del hecho de que puede entregar respuestas desde entradas de nivel continuo hasta muchos Mhz, característica que se requiere en muchas mediciones físicas.

El disponer de un medio para medir la diferencia entre dos tensiones de entrada es de gran valor, particularmente en circuitos para alta frecuencia, a través de una resistencia cuyos extremos se encuentran aislados de masa por caminos de alta impedancia, solo necesitamos conectar un lado de la resistencia con uno de los terminales de entrada al amplificador diferencial y el otro al extremo de la resistencia con el otro terminal de entrada del amplificador. Como la salida del amplificador diferencial es proporcional a la diferencia entre las dos entradas, dicha salida indica en realidad la ten sión a través d la resistencia.

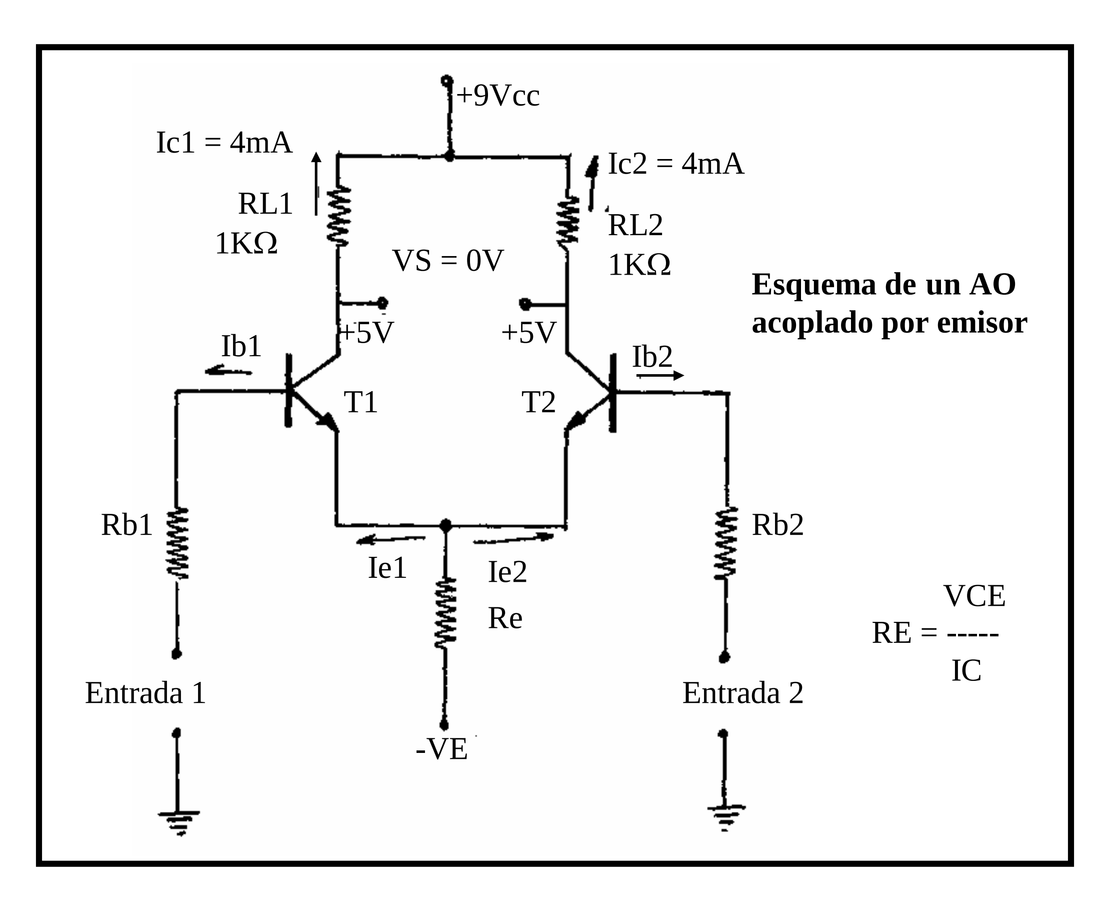
Se representa primero el amplificador diferencial como un bloque con sus dos entradas respecto a masa.



Sean V1 y V2 las dos señales aplicadas a las entradas y Vs la señal de salida de este dispositivo lineal activo, cada una de ellas medidas respecto a masa.

Amplificador diferencial acoplado por emisor

La figura siguiente representa el esquema de un amplificador diferencial típico. En su disposición debemos considerar dos importantes puntos; primero, los dos tra nsistores T1 y T2 son semejantes en características, así como el valor de las resistencias de carga RL1 y RL2; y segundo, la resistencia común de emisor RE debe tener un valor elevado a fin de que actúe como una fuente de corriente constante para que se co mporte como un amplificador diferencial excelente.

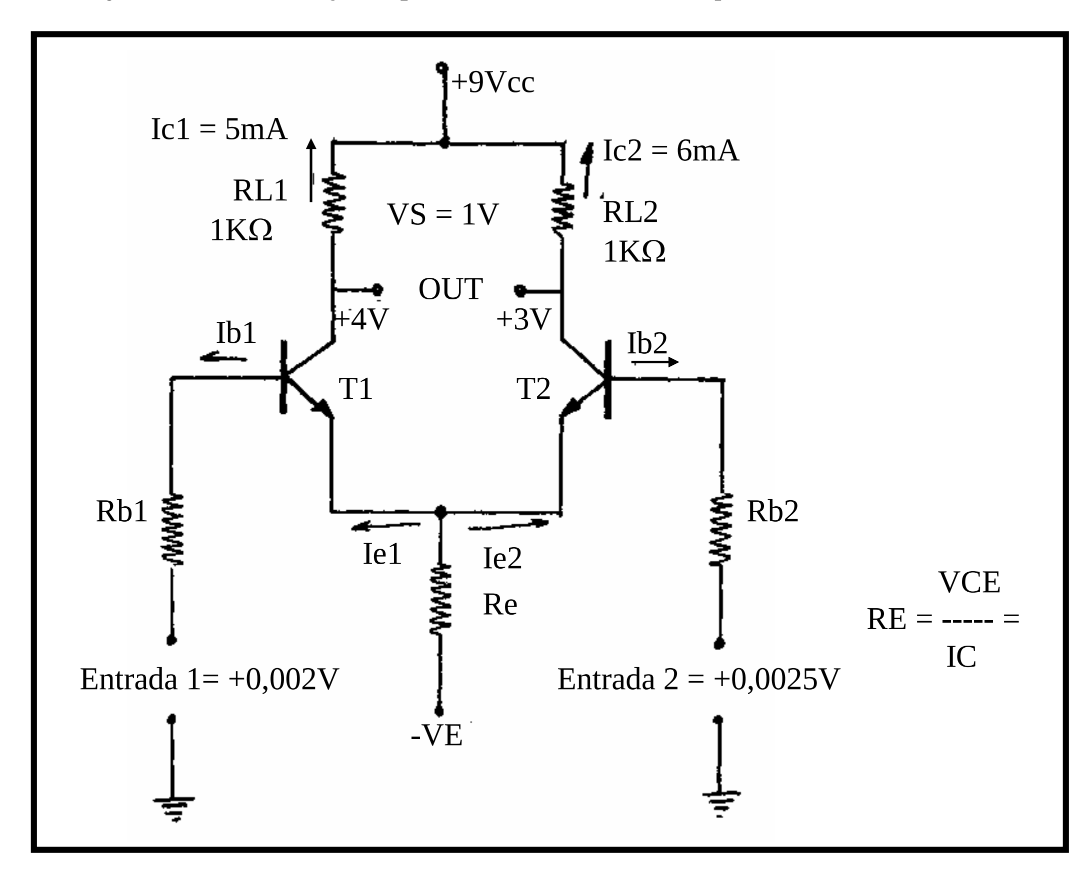


Si se supone que los valores de R son los correctos y las tensiones de entradas iguales, por ejemplo OV, las corrientes supuestas en un circuito práctico, así como los resultados que en él obtendrían, s erán los indicados en este circuito.

Como se aprecia en esta figura, al circular por ambos transistores la misma corriente de 4mA y tener la mismas resistencias de carga de 1K, se produce en ellas la misma caída de tensión de 1000 X 0,004 = 4V. Lo que orig ina en los colectores una tensión de 5V. La tensión de salida, por ser diferencia de las de los dos colectores que son iguales, será nula,

de donde se deduce que al amplificador diferencial de salida 0 cuando la diferencia entre sus entradas es 0.

Si en las entradas del amplificador diferencial se aplican señales distintas, varían las corrientes de cada transistor y con ello las tensiones de sus colectores, como ya se explica en el ejemplo de la figura siguiente, en el cual se supone que además de las señal es de entrada E1 y E2 existe otra fija de polarización de la base, que no se indica.



Con una señal de entrada en T1 de 0,002V se hace circular por el 5mA, lo que ocasiona una caída de tensión de 5V en su resistencia de carga y una tensión de 4V en su colector.

Por otra parte, al aplicar 0,0025V a T2, circulan por él 6mA y, en su colector aparece una tensión de 3V. La tensión de salida, diferencia de la de ambos colectores, será de 1V y el factor de amplificación se obtendrá dividiendo la tensión de salida entre la diferencia de las entradas.

$$\textbf{Amplificación} = \frac{\textbf{V.sal.}}{\textbf{V.ent}} = \frac{\textbf{1V}}{\textbf{0,0025 – 0,0020}} = \frac{\textbf{1}}{\textbf{0,05}} = \textbf{2000 veces.}$$

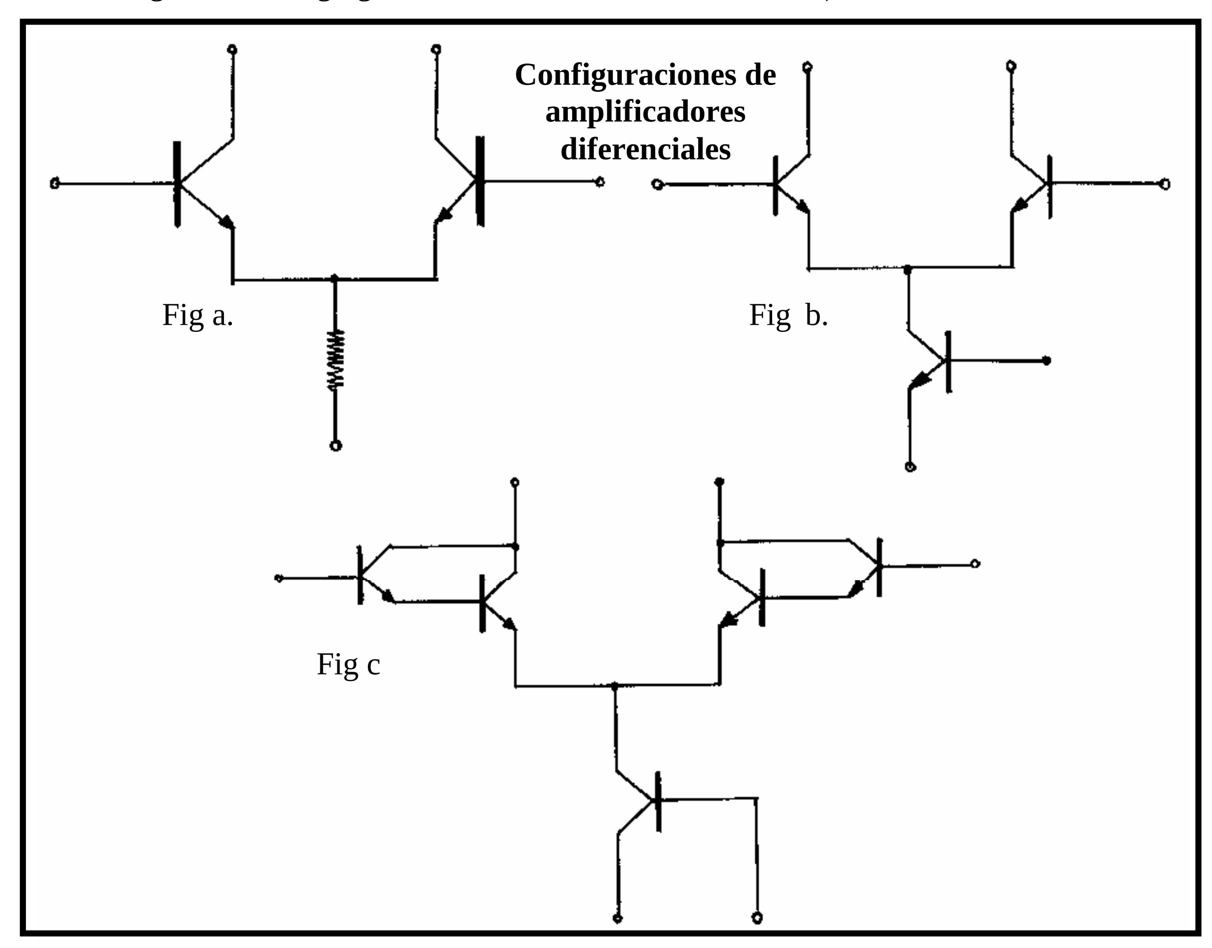
Del ejemplo analizado se deduce que este circuito amplifica 2000 veces la diferencia entre las señales que se le aplican. También puede trabajar el amplificador diferencial como amplificador simple de una señal. Para ella basta conectar a masa una de las entradas, lo que producirá una tensión fija en el colector del transistor cortocircuitado. La polaridad de la tensión de salida del circuito depende del valor de las entradas. Así, en el ejemplo de figura el polo positivo del voltaje de salida esta a la izquierda, ósea, en el colector de T1 que dispone de 4V; pero si se hubieran invertido las dos señales de entrada, E1 y E2,se habría invertido al mismo tiempo la polaridad de salida.

Los dos amplificadores diferenciales constituyen el elemento básico de un tipo de circuito integrado denominado amplificador operacional, cuyas aplicaciones son extensísimas y próximamente serán analizadas.

Para este tipo de funciones son especialmente adecuados los circuitos integra dos monolíticos.

En efecto, en ello está garantizada la perfecta simultaneidad de variaciones de temperatura en ambos amplificadores, dado que los dos transistores y las dos resistencias de carga se forman simultáneamente con lo que serán muy semejantes. A l ser la placa muy pequeña, las dos mitades del circuito tenderán a tener la misma temperatura y a ser afectadas por las mismas variaciones. En estas circunstancias, cualquier cambio en los parámetros debido a la temperatura se anula y la salida no varía. Además, el uso del circuito del transistor de corriente constante es ventajoso desde el punto de vista de un circuito integrado (CI), puesto que es más económico que una resistencia de valor elevado y más todavía, permite la entrada de una realimentación n egativa procedente de un paso posterior, lo que mejora aun más el rechazo por fase.

De lo analizado anteriormente, se obtienen amplificadores diferenciales de características muy superiores a las posibles de obtener con elementos discretos convencionales. En la figura siguiente pueden verse configuraciones típicas básicas de amplificadores diferenciales utilizados en circuitos integrados, pero suelen encontrarse en estos amplificadores diferenciales mucho más complejos (agrupaciones de varias etapas de esas configuraciones, agregado de elementos estabilizados, etc.)



EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL

Introducción:

Los amplificadores operacionales (A.O.) son básicamente amplificadores de muy alta ganancia diseñados como para corriente continua (acoplamiento dir ecto – configuración diferencial), en los que se utiliza realimentación externa para controlar sus características de respuesta.

Los amplificadores operacionales pueden ser usados como amplificadores CC o como amplificadores de señales alternas con frecuencia de hasta algunos MHz.

Estos A.O. poseen típicamente una entrada de alta impedancia y una salida de baja impedancia.

El nombre de A.O. deriva del hecho de haberse aplicado inicialmente en las calculadoras analógicas para efectuar operaciones aritméticas como adición, sustracción, multiplicación, inversión, derivación, integración, funciones logarítmicas, trigonométricas, etc.

Hoy en día el A.O. tiene un campo de aplicación más extenso, empleándose para realizar una amplia variedad de funciones lineales y no lineales. Normalmente se conocen con el nombre de circuito integrado lineal básico o más corrientemente analógico. Gozan de gran popularidad por su versatilidad en el sistema de construcción en bloques. Tienen la propiedad de realizar tareas múltiples con solo agregarles algunos elementos (pasivos en general, especialmente en el lazo de realimentación.

Aplicaciones:

Amplificadores, circuitos reguladores, transformadores de impedancia, aplicaciones en conmutación (ejemplo: Schmitt, Trigger, multivibradores estables o mono estables, osciladores, lógica, filtros activos, inversores, temporizadores, etc.).

El funcionamiento del conjunto no dependerá ya solamente de A.O. ni de sus características, sino enteramente del conjunto del circuito armado. Su versatilidad y sus características de uso provienen del circuito de realimentación que controla la respuesta global del circuito.

Además, con los A.O., se reduce el tiempo de diseño de los sistemas, ya que el diseñador no requiere diseñar el amplificador operacional, sino que solo utilizarlo para el diseño del sistema perdido.

Ofrece todas las ventajas de un circuito integrado monolítico (circuito electrónico completo que ha sido fabricado con un conjunto inseparable de elementos dentro de una pequeña y única estructura, la cual no puede ser dividida sin destruir totalmente su prefijada función electrónica).

Las características del circuito integrado monolítico son:

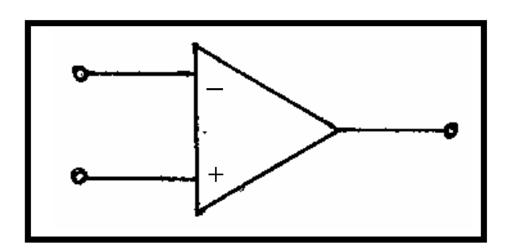
a) Tamaño pequeño
b) Alta seguridad (confiabilidad)
c) Bajo costo (relativo)
d) Regulación con la temperatura (funcionamiento independiente de la temperatura en un amplio rango)
e) Poca desviación de tensión y corriente

El amplificador operacional ideal:

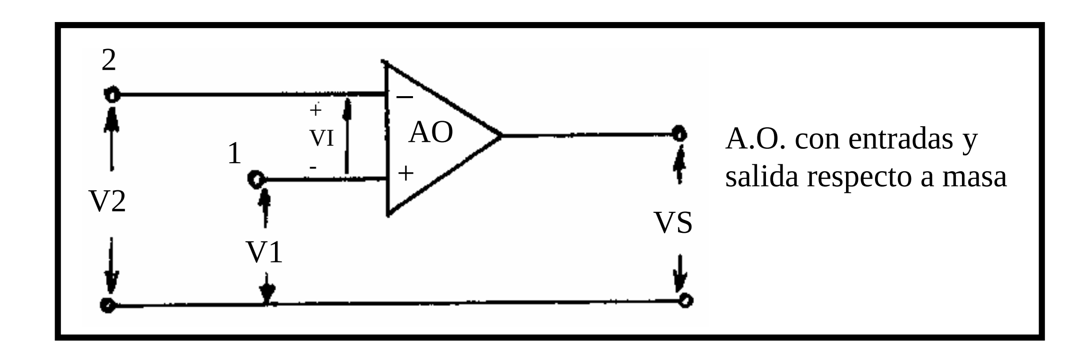
En esta sección veremos cuales son las características ideales de los A.O., aquellas que todo fabricante quisiera que cumplieran sus productos, para aplicar estos conceptos y datos a circuitos básicos.

El amplificador operacional básico:

El símbolo de un A.O. se representa como en la figura a la derecha, en la que se muestra el sentido de flujo de la señal.



En la figura siguiente está representado el A.O. con sus conexiones básicas de entrada y salida.



A.O. con entradas y salida respecto a masa

La entrada 1, marcada con un signo (+) se denomina "no inversora" debido a que la salida está en fase con la entrada, mientras que la entrada 2 mostrada con el signo (-) es la "inversora", debido a que una señal aplicada a esta entrada sufre un desfase de 180 grados en la salida.

Debe observarse que estos signos (+) y (-) no significan de modo alguno que sea necesario aplicar señales positivas y negativas respectivamente a estas entradas.

Por otra parte, en la literatura técnica se denominan entrada directa y entrada invertida respectivamente.

Las entradas 1 y 2 son diferenciales. La mayoría de los amplificadores operacionales tienen entrada diferencial, es decir, la señal de salida es proporcional a la diferencia de las señales V1 y V2 aplicadas a las entradas no inversora (+) e inversora (-) respectivamente.

Así, la ecuación básica que rige el funcionamiento del A.O. es:

Vs = Ao (V2-V1)

En que Ao representa la ganancia del A.O. a lazo abierto, es decir, sin redes de alimentación y Vi = V2-V1.

Un amplificador con un solo terminal de entrada puede considerarse como un caso especial en el que uno de los terminales de entrada está conectado a mas a. Normalmente todos los amplificadores operacionales tienen un solo terminal de salida.

En la figura siguiente A se representa el A.O. básico con las tensiones V1 y V2 de entrada y una carga RL conectada a la salida.

En la figura siguiente B se muestra su circuito equivalente en baja frecuencia.

A este diagrama deben aplicarse los lazos de realimentación para determinar el funcionamiento del circuito global.

A)

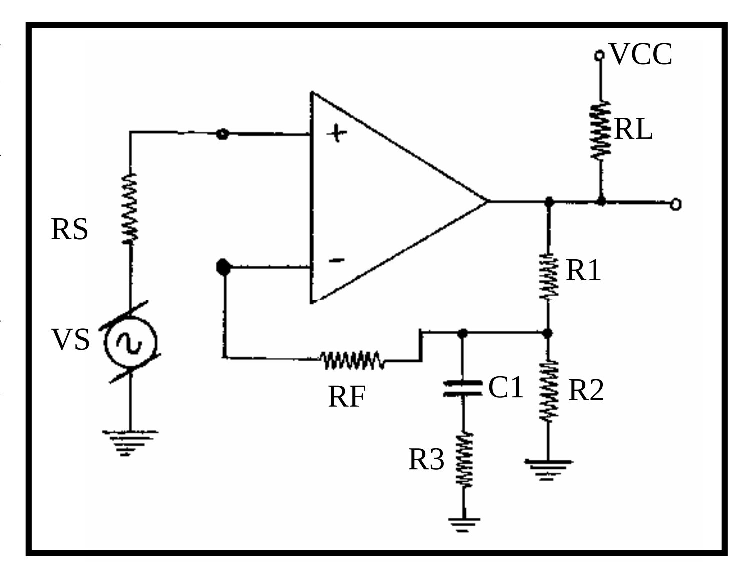
+ VI − AO − + V2 + − V1 RL VS = A o Vi

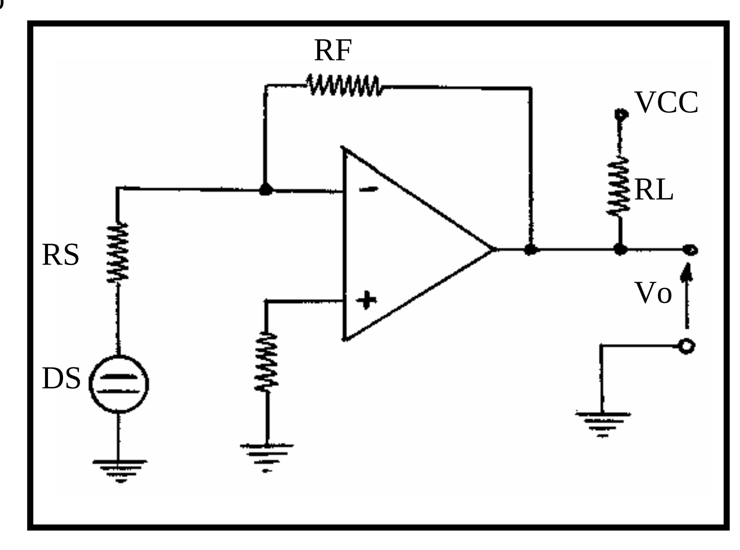
(a)

B)

2 + V2 - - VI V1 − 1 RI RS + A o (VZ - V1) = A o VI - VS RL

(b)





a) Representación esquemática de A.O. básico, con carga RL en la salida.

b) Circuito equivalente en baja frecuencia de un A.O.

La ganancia de tensión del A.O. sin carga es Ao y la ganancia con carga es Ao^1 (con carga conectada a la salida Vs = Ao^1 (V2-V1)).

En la figura a la derecha pueden verse esquemas típicos de un A.O. para corriente continua, y de uno para corriente alterna.

Ambos tienen realimentación de corriente continua para fijar el punto de funcionamiento, pero en la versión para corriente alterna, la realimentación para corriente alterna está fijada por el valor de R3 en serie con C1, y el todo relacionado también con el valor de la realimentación de continua.

Condiciones ideales de funcionamiento de un A.O.:

El A.O. ideal tiene las siguientes características:

a) Resistencia de entrada R1 infinita

b) Resistencia de salida nula

c) Ganancia de tensión infinita

d) Ancho de banda infinito, o sea, tiempo de respuesta nulo

e) Equilibrio perfecto, es decir, tensión de salida (Vs) nula si ambas entradas tienen idéntica señal aplicada Vs = 0 o si V1 = V2

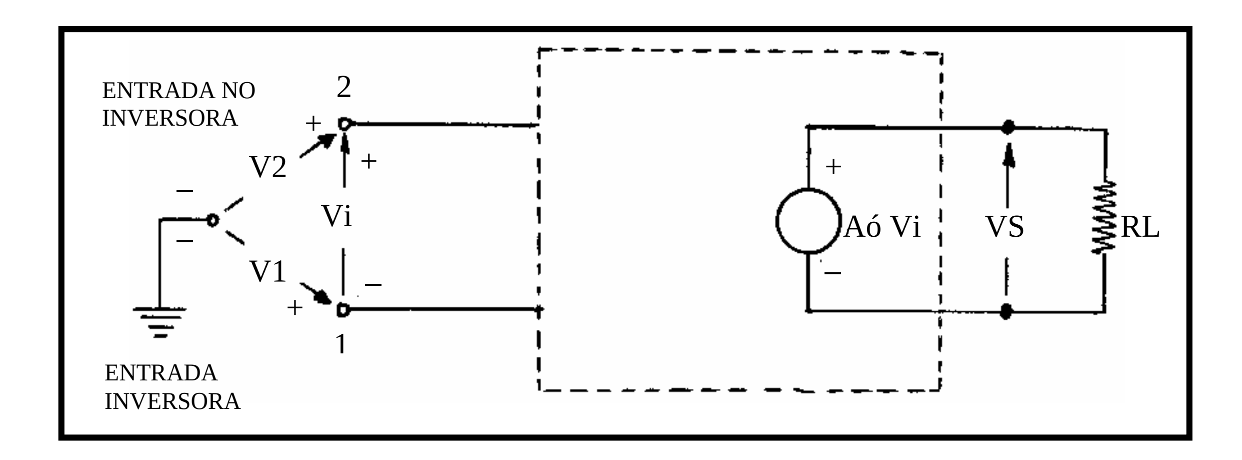
f) Ausencia de desviación en las características con la temperatura

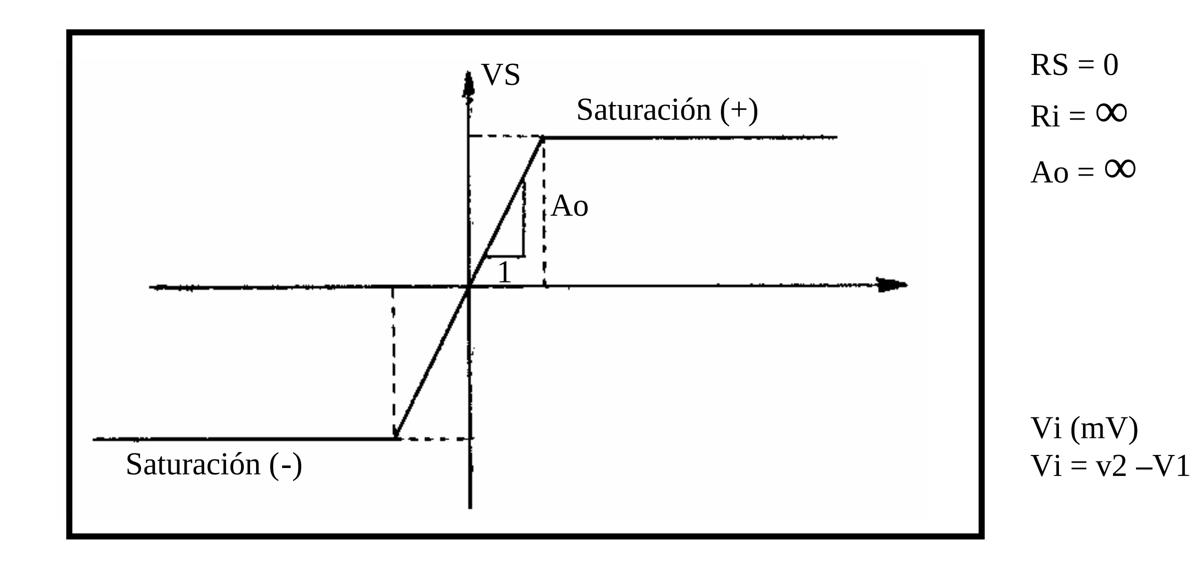
g) Libre de ruidos internos

Evidentemente estas condiciones ideales no existen en los A.O. reales, pero su comportamiento tiende a esos conceptos. A pesar de ello es útil considerar en primera instancia valores ideales, ya que permiten analizar rápidamente un circuito global.

En una segunda instancia, deben considerarse los valores reales de los parámetros para obtener su influencia en los resultados teóricos primarios.

Si consideramos las características ideales mencionadas anteriormente, el circuito de la figura se transforma en forma evidente.





De la figura anterior se desprende que una pequeña señal de entrada, 1mV o menos, es amplificada en el factor Ao (del orden de 25000 o más) para obtener una señal de salida Vs que se satura a un valor cercano a la tensión de alimentación (entre 15 y 20V).

Estos datos muestran la extraordinaria sensibilidad del A.O. y representa una de las razones porque no se usa el A.O. solo, sino casi siempre realimentad o.

Ejemplo: Si

Vs sat = 15V
Ao = 30000
Vs = Ao (V2-V1) = Vo Vi

$$Vi = \frac{Vs}{Ao} = \frac{15V}{30000} = 0{,}5mV$$

Es decir una señal diferencial de 0,5mV satura a un A.O. con ganancia Ao = 30000 (valor bastante bajo).

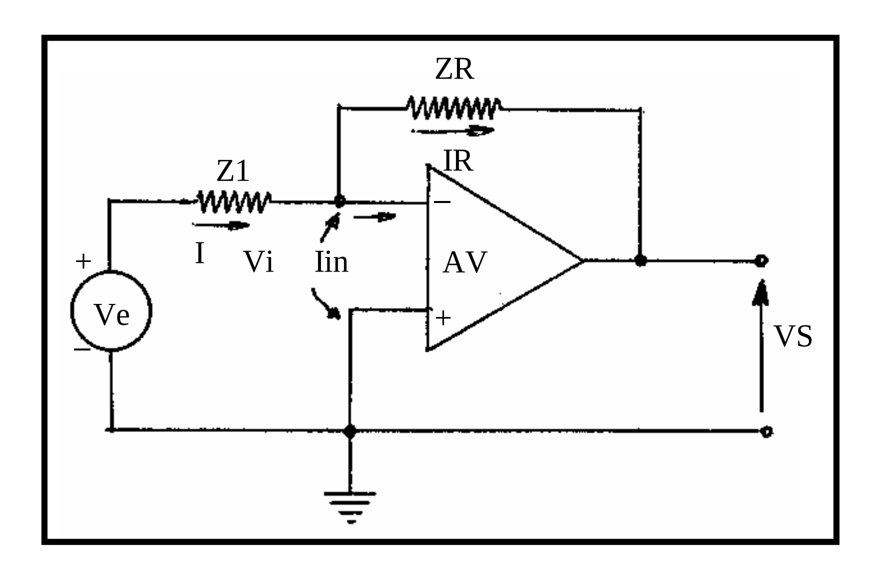
Nota:

a) Ninguna corriente fluye entre los terminales de entrada.
b) La diferencia de tensión entre los terminales de entrada es cero

La utilización de estos dos simples y básicos criterios, tornará más rápido el análisis de cualquier A.O.

Circuitos básicos:

1) Amplificador – inversor con realimentación negativa o paralela



El circuito básico de un amplificador inversor se muestra en la figura anterior. En este caso, la entrada no inversora (+) es conectada a masa y la señal de entrada se conecta a Z1, que toma parte del lazo de realimentación negativa, sumándose las corrientes en B.

Su ganancia en tensión con realimentación viene dada por la formula y depende solamente de los componentes externos al circuito integrado.

$$Av = -\frac{ZR}{Z1} \quad \text{ec (a)}$$

Esto lo podríamos visualizar de las siguiente forma:

Como consideramos al amplificador operacional ideal, su impedancia de entrada es infinita, por lo que no drena corriente de entrada, es decir, Iin = 0. Por lo tanto, la corr iente I que atraviesa Z1 también pasa por ZR, de donde se desprende que en el punto B,

I = IR + Iin = I = IR

Pero:

$$Ve = IZ1 + Vi, \text{ de donde } I = \frac{Ve - Vi}{Z1} \quad \text{ec (b)}$$

Y

$$Vi = IR\,ZR + Vs \text{ de donde } IR = \frac{Vi - Vs}{ZR} \quad \text{ec (c)}$$

Pero:

$$Vi = \frac{Vs}{Ao} \quad \text{y} \quad Ao \text{ es infinita}$$

Entonces Vi = 0, con lo que la entrada está efectivamente en corto circuito.
Considerando lo anterior las ecuaciones (b) y (c) se convierten en:

$$I = \frac{Ve}{Ao} \quad (b)$$

$$IR = \frac{Vs}{ZR} \quad (c)$$

Reemplazando en ecuación (a)

$$I = IR$$

$$\frac{Ve}{Z1} = \frac{Vs}{ZR}$$

De donde:

$$\frac{Vs}{Ve} = Av = -\frac{ZR}{Z1}$$

Esta última relación de Av, se denomina “ganancia de tensión a lazo cerrado” y es la función de transferencia del circuito inversor. Anteriormente habíamos definido Ao como ganancia del A.O. y nos hemos referido con esta denominación a la “ganancia a lazo abierto”, es decir, sin las redes de realimentación.

Haciendo un análisis de la función de transferencia del circuito inversor, debemos destacar que, si se cumplen las condiciones de un A.O. ideal, es decir:

Ao ----------- infinita, Iin = 0, Vs ----- 0 si Vi ------- 0

La ganancia a lazo cerrado (Av) depende en magnitud solamente de la razón o cuociente de las impedancias de realimentación, e incluye una inversión de signo.

El punto de suma en la figura anterior, tiene una tensión Vi que tiende a cero al ser arbitrariamente grande la ganancia a lazo abierto (Ao).

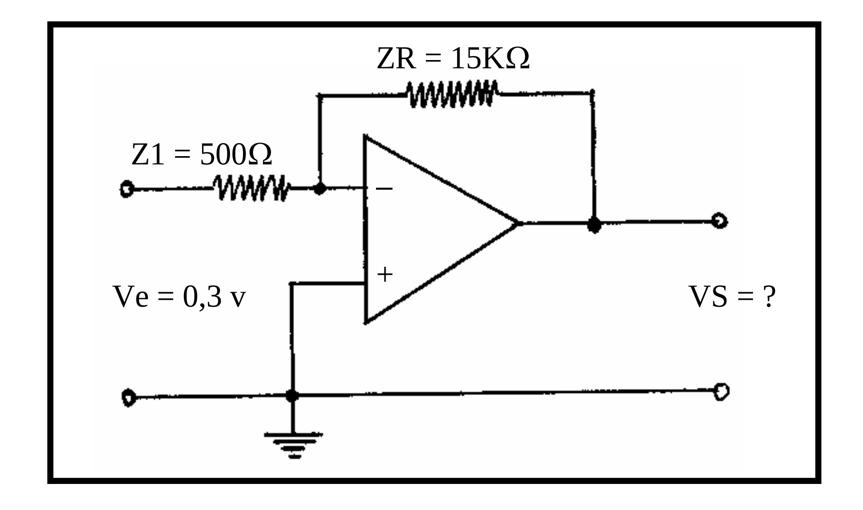
$$Vi = -\frac{Vs}{Vo} \rightarrow 0 \qquad \text{si } Ao \rightarrow \text{infinito}$$

Este efecto proviene de la realimentación negativa, que no permite un valor de Vi diferente a cero para Ao = infinito.

Todo lo anterior justifica que en la práctica el punto de suma sea considerado como una masa virtual o, o dicho de otra manera, en la entrada del amplificador hay una masa virtual o cortocircuito.

El término virtual empleado implica que, aunque la realimentación de salida a la entrada a través de ZR sirve para mantener Vi = 0, en realidad no circula corriente a través de este cortocircuito. Debe destacarse, y esto debe quedar bien claro, que físicamente el punto de suma de la figura anterior no tiene unión directa a masa.

Ejemplo: analicemos en forma práctica el circuito dado en la figura siguiente, con una señal de entrada sinunisoidal de Ve = 0,3.



Solución:

De $Av = \frac{Vs}{Ve}$ se desprende que:

$$\frac{Vs}{Ve} = \frac{ZR}{Z1}$$ de donde:

$$Vs = -\frac{ZR}{Z1} Ve$$

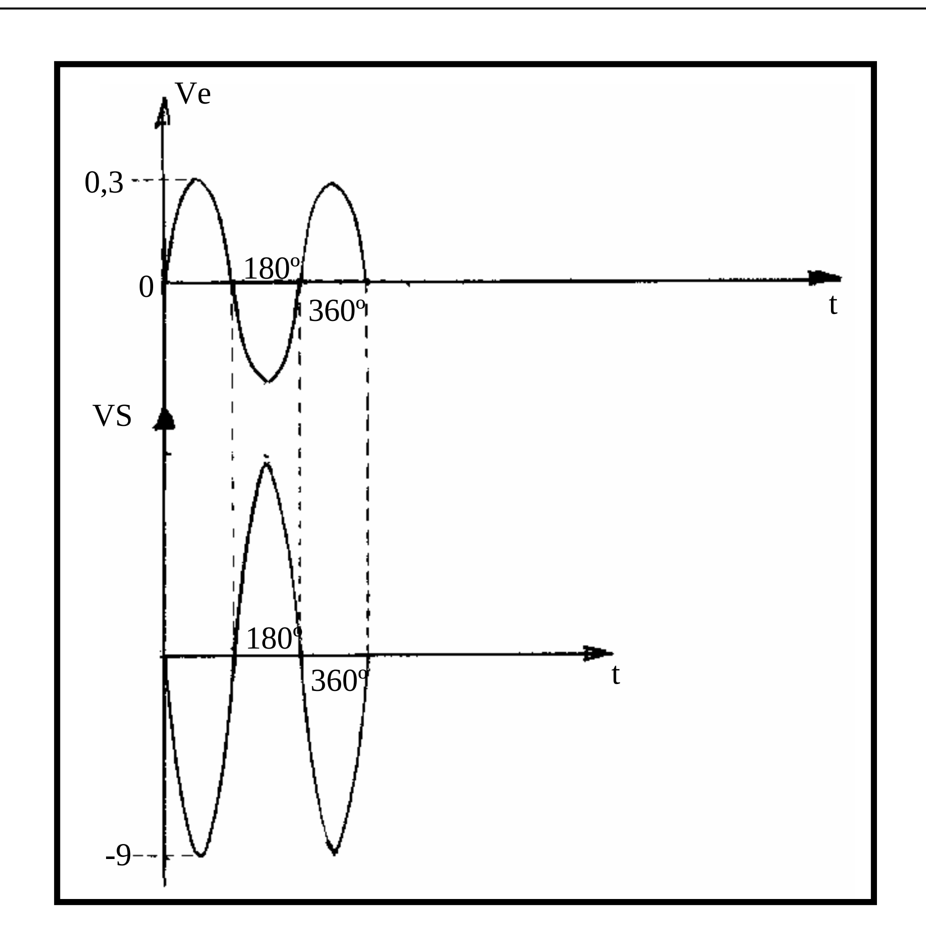
De donde vemos que la amplitud de Vs depende de la razón de la impedancias (ZR/Z1). El signo (-) indica la inversión de fase, por lo tanto:

$$Vs = -\frac{15000}{500} X 0,3$$

Vs = - (30) X 0,3
Vs = -9

Graficando las señales de entrada y salida:

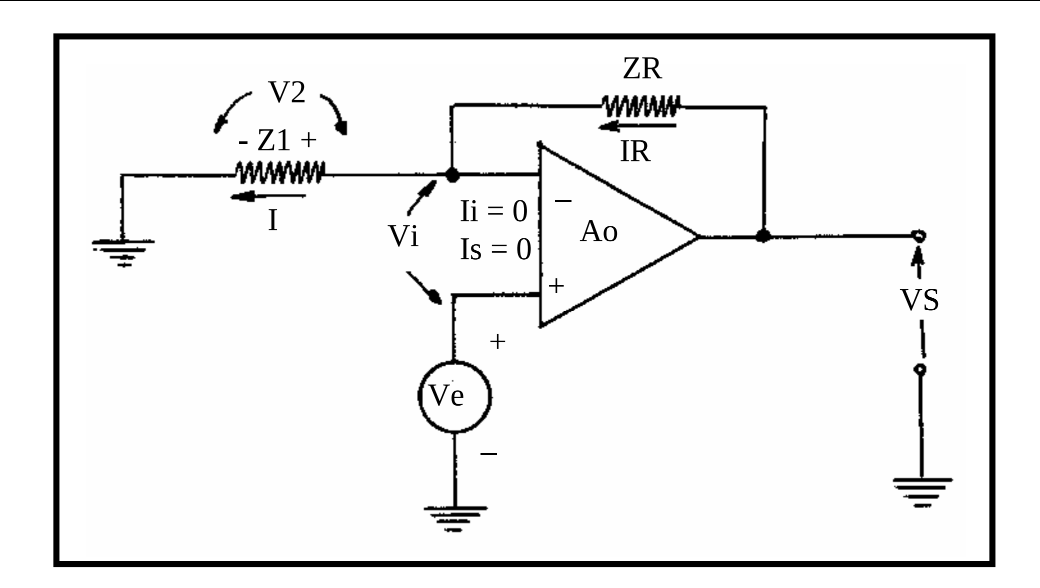
Señales de entrada y salida del amplificador operacional de la figura anterior.



Circuito no inversor:

El circuito visto anteriormente puede realizarse con cualquier tipo de A.O., tanto de una sola entrada (inversora) como con entrada diferencial. El circuito no inversor que realizaremos a continuación requiere de un A.O. que tenga una entrada diferencial, a la que afortunadamente tienen casi todos los A.O. comerciales.

La figura siguiente muestra un A.O. conectado como circuito no inversor, con realimentación negativa.



La señal Ve es aplicada a la entrada no inversora (+) mientras que la realimentación de la salida se aplica a ala entrada inversora (-). La malla de realimentación la usaremos siempre entre la salida y la entrada inversora, ya que debe recordarse que para un amplificador la realimentación negativa estabiliza su funcionamiento. Solo en el caso que se desee producir oscilaciones con el A.O., usaremos rea limentación positiva.

Analizaremos el circuito de la figura anterior su poniendo nuevamente el A.O. ideal, es decir, Ao------ infinito, Z1------ infinito, por lo que la corriente de entrada hacia el A.O. es nula.

$$Av = \frac{Vs}{Ve} = \frac{Z1 + ZR}{Z1}$$

Esta última relación de Av. Se denomina ganancia de tensión a laz o cerrado y es la función de transferencia del circuito no inversor. Nótese nuevamente que la red de realimentación ZR en conjunto con Z1 determinan la función de transferencia global para el lazo cerrado, y en este caso no incluye una inversión de signo. Además se deduce de la formula que la ganancia en cadena cerrada es siempre mayor que la unidad.

NOTA: Para el análisis del circuito: A.O. "no inversor" hemos tenido que valernos del hecho de que:

a) No entra corriente por ninguna de las dos entradas.
b) Los potenciales de las dos entradas son iguales.

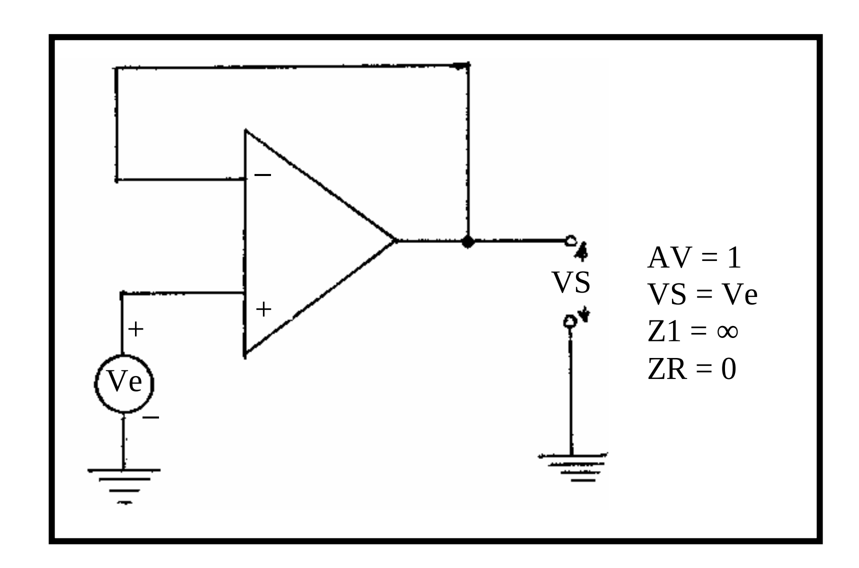
A veces se necesita en un amplificador que la salida sea igual (en amplitud y en fase) con la entrada y, además, que tenga alta impedancia de entrada (Z1 ------- infinito) y baja impedancia de salida (Z0 --------- 0), de tal forma que la fuente y la carga estén efectivamente aisladas; un seguidor de emisor se aproxima a estas características.

Se puede obtener de mejor forma las características anteriormente mencionadas con un circuito no inversor como el de la figu ra siguiente. Este caso especial de aplicación se obtiene haciendo ZR = 0, por lo que la formula se convierte en:

$$Av = \frac{Vs}{Ve} = \frac{Z1}{Z1} = 1$$

, de donde: Ve = Vs y el amplificador actúa como un

Seguidor de tensión (seguidor de emisor).



A1) **Cambiador de signo:** Si en el circuito inversor hacemos Z1 = ZR, entonces:

$$Av = \frac{Vs}{Ve} = -\frac{ZR}{Z1} = -1$$

, de donde:

Vs = -Ve y el signo de la señal de entrada se ha invertido, por lo que este circuito actúa como un inversor de fase. Normalmente ZR y Z1 son resistencias de precisión.

A2) **Cambiador de escala:**

Si $Av = -\frac{ZR}{Z1} = -K$ (K = constante real), entonces la salida se ha multiplicado (amplificando por un factor –K). Generalmente ZR y Z1 son resistencias de precisión.

A3) **Cambiador de fase:** Si Z1 y ZR son iguales en magnitud (/Z1/ = /ZR/), pero difieren en ángulo, en este caso el A.O. cambia de fase la tensión senoidal de entrada conservando su amplitud. La fase se puede variar entre 0 y 360 grados.

A4) **A.O. sumador inversor:** El amplificador sumador proporciona un voltaje de salida que es proporcional a la suma de los voltajes de entrada. Se trata básicamente de un amplificador inversor que multiplica las entradas conectadas por medio de resistores de entrada al modo sumador A.

El voltaje de salida es:

$$Vs = -\left(\frac{RF}{R1} V1 + \frac{RF}{R2} V2 + \frac{RF}{R3} V3 \ldots\ldots\ldots - \frac{RF}{Rn} Vn \right)$$

Vs = - (V1 + V2 + V3 + ……………. Vn)

Por lo tanto, el circuito ejecuta la suma, invertida de signo, de la señales de entrada (en forma ponderada o pura).

Ejemplo: Diseñese un circuito amplificador que de una salida proporcional a la sumja de tres voltajes de entrada. Los voltajes de entrada son: V1 = 1V, V2 = 2V, V3 = 3V, sea RF = R1 =R2 = R3 = 100K, para tres entradas, Vs = -V1+V2 +V3 = -(1+2+3) = -6V.

Si se quiere medir otro voltaje más alto, como el A.O. se satura a 10V, habrá que ajustar la razón del resistor de realimentación a los resistores de entrada

El valor de Z1 teóricamente no influye en el funcionamiento y se supone integrado por estar físicamente en paralelo a la carga). En la práctica se usa Z1 = infinito (circuito abierto) para aumentar la impedancia de entrada.

Otras aplicaciones de los A.O.:

El A.O. se emplea para realizar una amplia variedad de funciones lineales (y también algunas no lineales), pudiendo realizar estas múltiples funciones con solo agregarle algunos

componentes, ya sea solos o combinados, pasivos en general, especialmente en lazos de realimentación, conformando circuitos básicos que a su vez serán bloques componentes en sistemas más complejos. Así tenemos las configuraciones de A.O. usadas como inversores y no inversores de señales con variadas gamas de ganancia.

Se pueden realizar convertidores de tensión a corriente, de corriente a tensión, seguidores de tensión, filtros activos.

También puede usarse el A.O. como elemento de control en fuentes de alimentación, tanto de corriente cono de voltaje constante, etc.

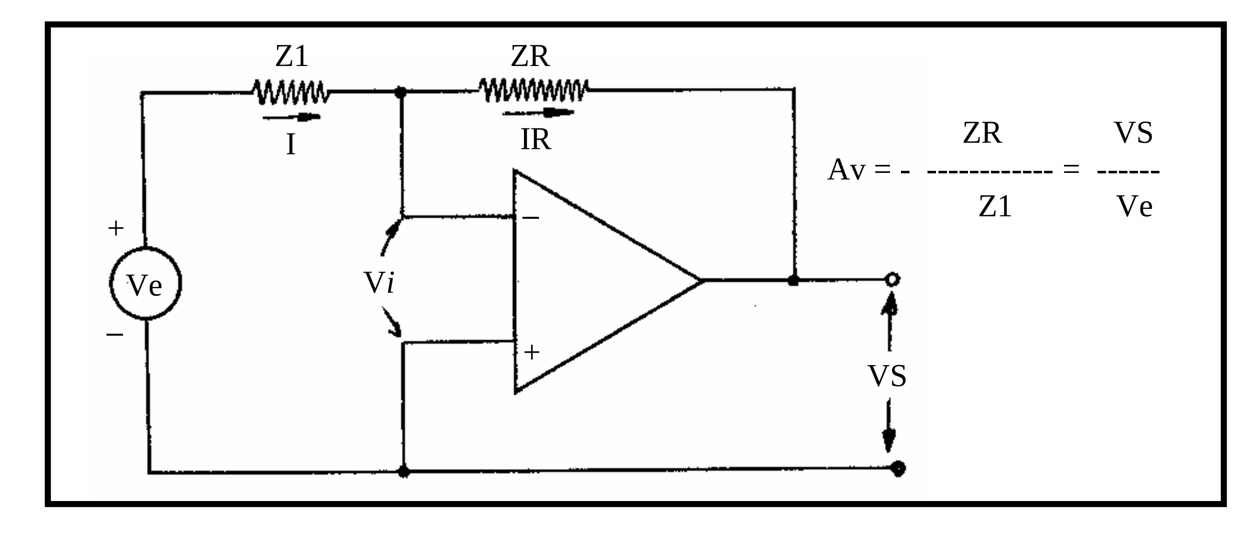
Un A.O. puede ser empleado para realizar muchas operaciones matemáticas, lo que justifica su nombre de A.O., con solo agregarle elementos como condensadores y resistencias.

También se pueden lograr configuraciones de sistemas como: circuitos comparadores, generadores de onda cuadrada, triangular, etc.

a) A partir del circuito inversor con realimentación mostrado en paginas anteriores, y que repetimos en la figura siguiente, de donde deducimos que la ganancia de tensión a lazo cerrado venia expresada por la formula:

$$Av = -\frac{ZR}{Z1}$$

Podemos obtener, teniendo en cuenta esta ecuación, un cambiador de signo, un desfasador y un circuito sumador.



A5) **Amplificador sustractor o diferencia:**

Como otra aplicación del A.O. veremos el comportamiento del circuito amplificador diferencia (sustractor). Este amplificador de diferencia de un voltaje de salida que es proporcional a la diferencia entre las señales de entrada inversoras y no inversoras. Esta es una propiedad muy interesante y es aplicada muy extensamente en otras aplicaciones.

Si consideramos que no hay corriente circulando hacia el amplificador operacional ideal, tenemos que: aplicando superposición se puede calcular el efecto de cada entrada sobre la salida. El voltaje de salida Vs1 debido a V1 ajustado a cero es:

$$Vs1 = -\frac{RF\ V1}{R1}$$

La salida que se debe a V2 como V1 en cero es:

$$Vs2 = -\frac{R3\ V2}{R2}$$

La salida real Vs es la adicción de las dos salidas individuales:

$$Vs = Vs1 + Vs2$$

$$Vs = (V2 - V1)\frac{RF}{R1}$$

Señales de modo común y modo diferencial:

En general las señales de entrada a un amplificador diferencial contiene dos componentes: una señal en modalidad común y otra en modalidad de diferencia.

El voltaje de señal de modalidad común, Vc, es el promedio de las dos señales de entrada, V1 y V2 : Vc = (V1+ V2).

La señal de la modalidad de diferencia, Vd, es la diferencia entre la dos entradas:

$$Vd = V1 - V2$$

De modo ideal, un amplificador solo afecta a las señales de la modalidad de diferencia. Sin embargo, la señal en modalidad común se amplifica también hasta cierto punto. La razón de rechazo de la modalidad común (CMRR), que se define como la razón de la ganancia de voltaje de la señal en modalidad común, es una cifra de mérito para los amplificadores operacionales.

Cuanto mayor sea el valor de CMRR, tanto mejor será el rendimiento de un A.O.

Tensiones y corrientes de desplazamiento (OFFSET):

Un A.O. real tiene ciertos desequilibrios inevitables que se traducen en la aparición de señales de error, llamadas de desplazamiento son debidos a la falta de apareamiento de los transistores de entrada, hace necesario una tensión de equilibrio para tener equilibrada la salida.

Además deben considerarse las variaciones que la temperatura y el tiempo ejercen sobre el funcionamiento del A.O. (DRIFT).

Técnicas universales de equilibrio:

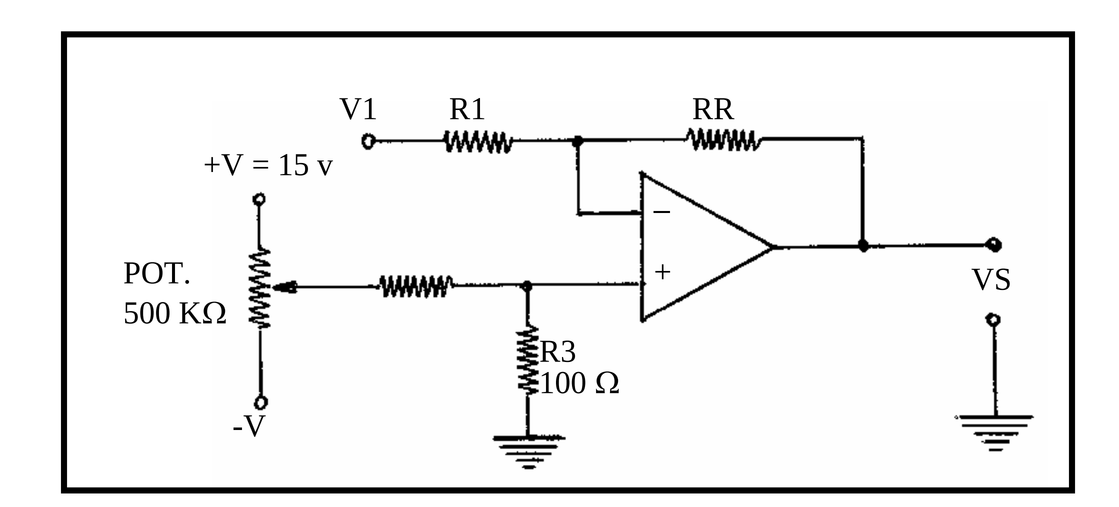
Al emplear un A.O., a menudo necesitamos equilibrar la tensión offset de salida. Esto significa que deberemos aplicar una pequeña tensión continua a la entrada, de manera que a la salida la tensión obtenida sea nula.

a) El circuito mostrado en la figura siguiente se emplea para el equilibrio de amplificadores “inversores”, aun cuando el elemento de realimentación RR sea un condensador o un elemento lineal. Este circuito suministra una pequeña tensión en serie con el terminal de entrada “no inversor” en el margen:

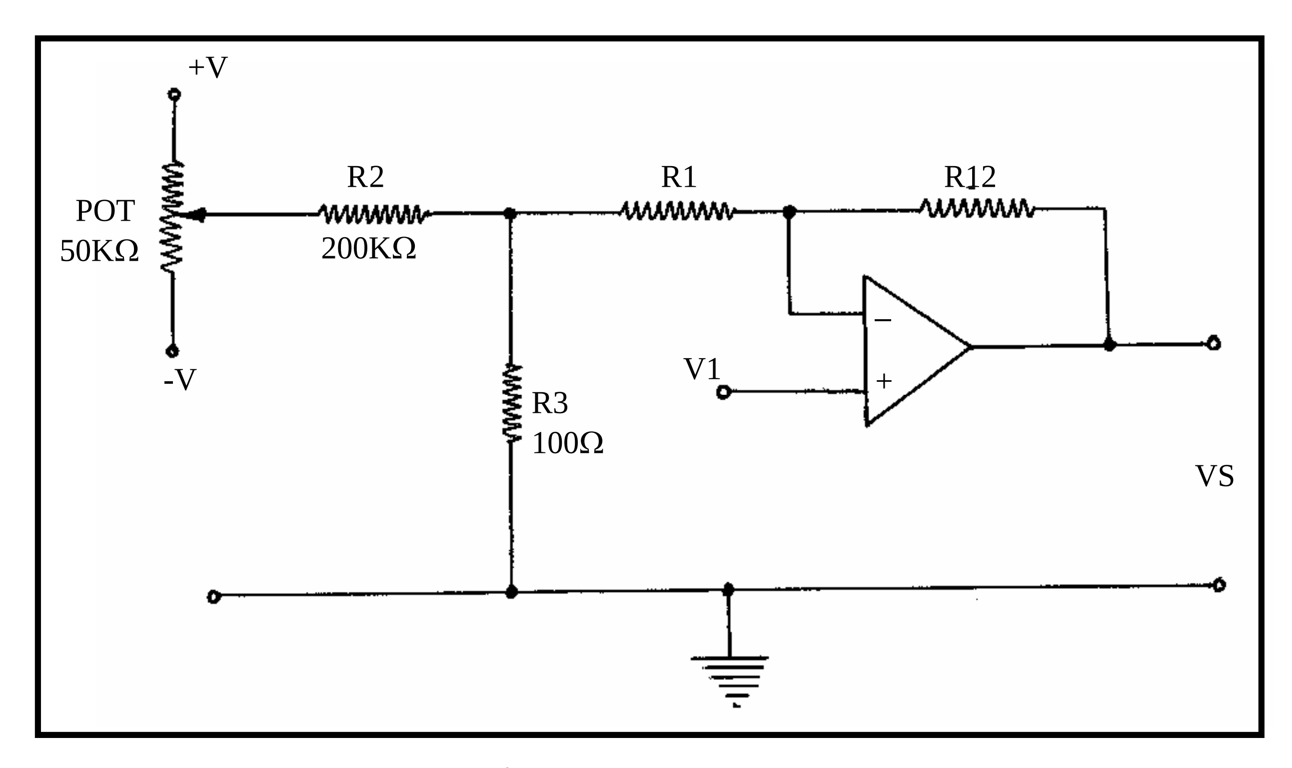
$$\pm V \left(\frac{R3}{R2 + R3} \right)$$

Si se emplea una alimentación de 15V y R2 = 200K , R3 =100

$$Vce = \pm V \left(\frac{R3}{R2 + R3} \right) = 15 \left(\frac{100}{200000 + 100} \right) = \pm 7{,}5mV$$



b) El circuito de la figura siguiente se utiliza para el equilibrio de la tensión offset de salida, cuando se emplea el A.O. como amplificador no inversor.

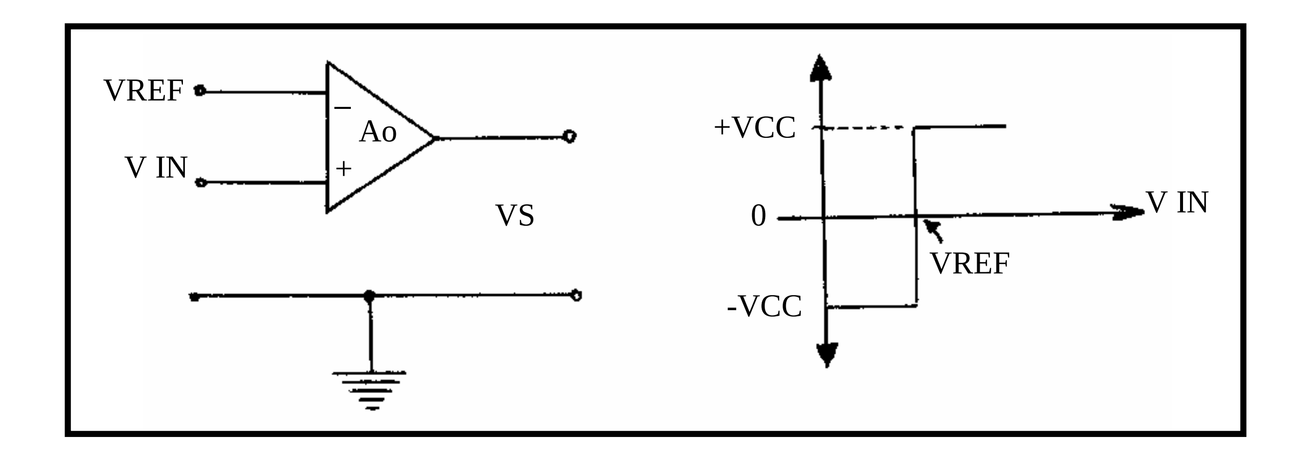


Centrado (OFFSET) del amplificador no-inversor.

Los criterios de selección de las características básicas que debe tener un A.O. para ser utilizado como comparador son dos:

a) **Rango de voltaje de entrada:** Cuando el Vin es menor que la tensión de Vref, la salida del A.O. será la tensión límite negativo de saturación -Vcc.

Cuando la tensión de entrada Vin es mayor que el Vref., la salida del A.O. compara a la tensión límite positiva de saturación + Vcc.



b) **Velocidad:** La velocidad tiene dos mecanismos para el comparador que son:

- Respuesta de tiempo
- Slew rate

La respuesta de tiempo es simplemente el tiempo requerido para que se inicie la transición en la salida a la llegada de una orden de cambio en la entrada, paso de disparo.

Debe especificarse ambos tiempos, el pulso positivo (menos o más) y el paso negativo (más a menos).

El Slew rate, indica cuan rápidamente puede cambiar la tensión de salida durante la transición (tiempo), y también puede ser diferente el flanco positivo del flanco negativo.

$$SL = \frac{Vs}{Tr} = V/u\ seg.$$

Tr: Tiempo de salida. Es aquel que demora la señal de salida en cambiar entre un 10% y el 90% del voltaje final.

$$Tr = \frac{0,35}{FT}$$

FT: Banda pasante del A.O.

Valores de entrada de un A.O.:

a) **Impedancia de entrada (diferencial) – Zi:** Los valores de Zi medidos entre entradas están en la zona de K ohms o M.ohms, dependiendo de la tecnología empleada en la etapa de entrada: transistores bipolares o de efecto de campo (FET).

b) **Corriente de polarización de entrada – Ii:** Esta corriente es vital para el funcionamiento de l A.O. y esta dada por el valor medio entre las corrientes IE1 e IE2.

$$Ii = \frac{IE1 + IE2}{2}$$

c) **Máxima tensión de entrada diferencial – VDi:** Es la máxima diferencia de potencial que puede ser aplicada entre las dos entradas.

d) **Tensión de OFFSET – Vio:** Es definida como la diferencia de tensión que puede ser aplicada a los terminales de entrada, de manera que se obtenga una tensión nula a la salida.

$$Vio = VE1 – VE2$$

e) **Corriente de OFFSET – Iio:** es la diferencia entre las corrientes de los dos terminales de entrada que provoca una tensión nula a la salida.

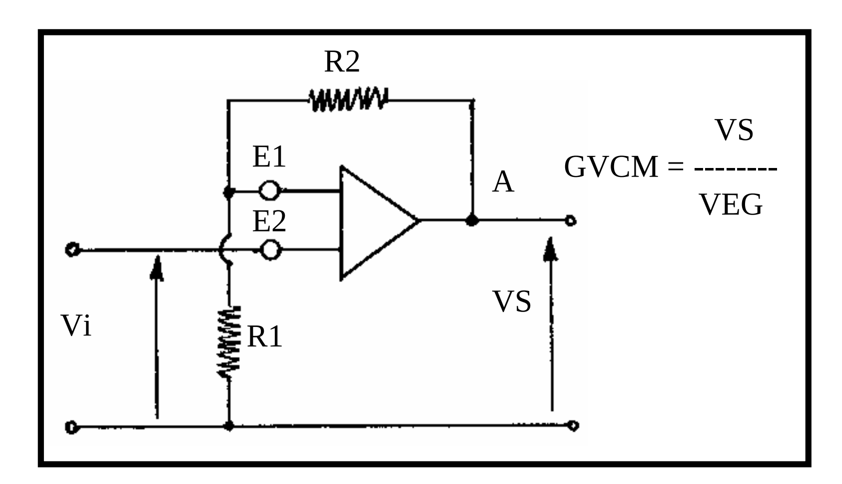
f) **Fluctuaciones de la tensión OFFSET – Vio:** Es la variación e la tensión de OFFSET con la temperatura.

g) **Fluctuaciones de la corriente de OFFSET – Iio:** Es la variación de la corriente de OFFSET con la temperatura.

h) **Ganancia de tensión con malla abierta – GV:** La ganancia de tensión con malla abierta esta definida como la amplificación sin realimentación.

$$GV = \frac{Vs}{Vi}$$

i) **Ganancia de modo comun – GVCM:** Es la amplificación medida con una señal en fase, alimentando las dos entradas.



j) **Coeficiente de relación de modo común – CMRR:** Es definido como la relación entre la ganancia en malla abierta y la ganancia en modo común.

$$CMRR = \frac{GV}{GVCM}$$

k) **Valores de tensión de entrada en modo común – ViCN:** Son los valores de tensión de entrada permitidos, en relación a masa y con las entradas E1 y E2 interconectadas.

l) **Coeficientes de relación de fuente Vio/Vcc de alimentación:** Es el coeficiente entre las variaciones de la tensión de OFFSET y la variación de tens ión de fuente positiva o negativa responsable de la fluctuación de la tensión de OFFSET.

Valores de salida de un A.O.

a) **Tasa de variación dVo/dTr (Slew rate):** El Slew rate está definido como la relación entre la variación de la tensión de salida y el tiemp o de subida, también a la salida, medida con un pulso aplicado a la entrada (es usada la unidad V/Us).

b) **Impedancia de salida – Zs:** Impedancia de salida medida a bajas frecuencias (ejemplo: 1KHz) con pequeños niveles de señal a la entrada. Zo es definida us ualmente para Vs- 0V.

c) **Escursión de la tensión de salida – Vspp:** Es el máximo valor de tensión "peak to peak" de salida a una determinada frecuencia, con resistencia de carga definida.

d) **Corriente de salida de cortocircuito – Ips:** Es definida como la corri ente que fluye con la salida en cortocircuito (pudiendo ser limitada temporalmente con protección interna del circuito del amplificador operacional).

PRÁCTICA

ELECTRÓNICA

INDUSTRIAL

ENVÍO 4

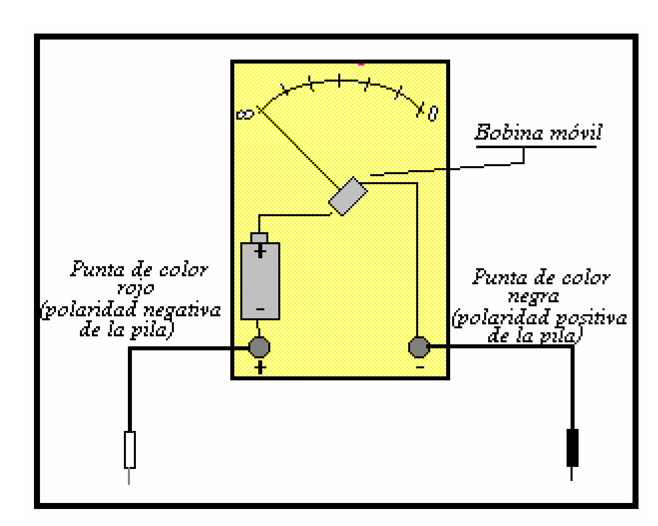


MEDICION DE SEMICONDUCTORES

Antes de efectuar cualquier medición con el óhmetro en componentes semiconductores, es necesario determinar la polaridad de las puntas de prueba del óhmetro. En efecto, todos los tester poseen dos conectores hembra en donde van alojadas las puntas de pru eba. Uno de ellos se encuentra señalado con el signo (+) y el otro con el signo (-).

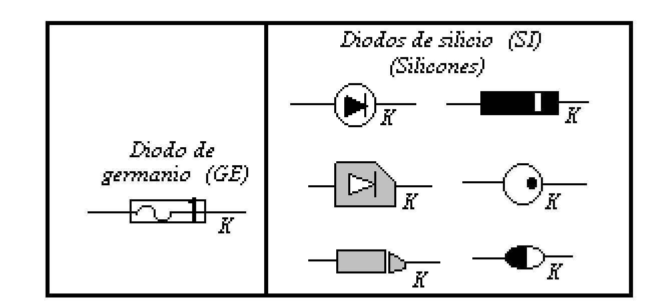
Sin embargo, en algunos tester análogos, estas indicaciones solo son validas para cuando el instrumento trabaja como voltímetro DCV o como miliamperímetro DC, pero en el caso del óhmetro las indicaciones pueden no ser validas, pues en la mayoría de los tester análogos, de orígen japones, el conector hembra señalizado con el signo (+) va internamente conectado al borne negativo de la pila que posee el instrumento, mientras que el conector hembra marcado con el signo (-) va internamente conectado al positivo de la pila.

Por esta razón, siempre es aconsejable determinar la polaridad de las puntas de prueba del óhmetro.

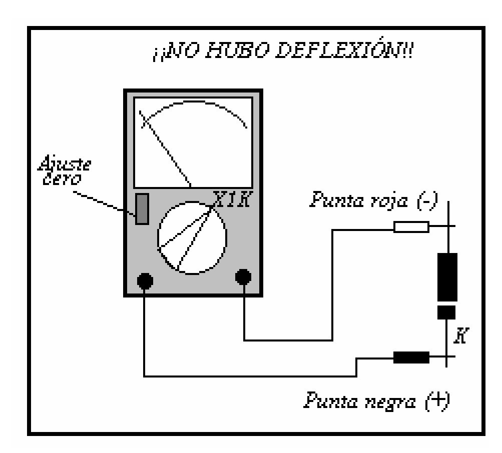


Método para determinar la polaridad de la s puntas de prueba del óhmetro

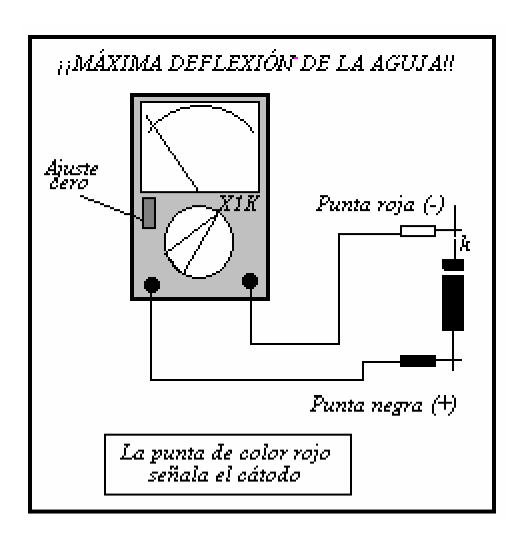
1.-- Tomar un diodo y determinar, claramente, cual es el ánodo y el cátodo.



2.-Disponer el óhmetro en la escala X1K y aplicar las puntas de prueba sobre los terminales del diodo.



3.-Realizar la misma medición invirtiendo las puntas de prueba. Aquella posición que provoque máxima circulación de corriente (máxima deflexión de la aguja) será la válida. Observe entonces, que la punta de prueba aplicada sobre el cátodo (K) es la negativa (-) del óhmetro.



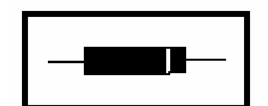
Si en la prueba de máxima deflexión de la aguja, es la punta de color rojo la apoyada sobre el cátodo, significa que esta es la negativa.

Si por el contrario, en la prueba de máxima deflexión de la aguja, es la punta de color negro la ubicada sobre el cátodo, significa entonces, que la punta de color negro es la negativa.

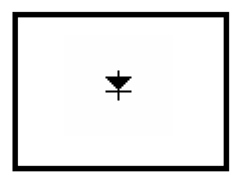
Nota: Para todos los efectos explicativos que figuren en esta pauta práctica, será considerada la punta roja como negativa.

1.-MEDICIÓN DE DIODOS DE SILICIO (Silicones). - Los silicones son diodos rectificadores de silicio que tienen como finalidad fundamental, el transformar la corriente alterna en corriente contínua pulsante. Su principal aplicaci ón es en las fuentes de poder de los equipos electrónicos en general. Son de alto amperaje y poseen dos terminales denominados ánodo **(A**) y cátodo **(K**). Los hay de distintas formas y tamaños, donde, la forma depende del fabricante y el tamaño de la potenci a.

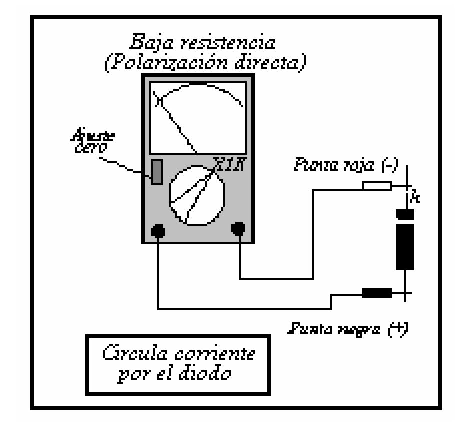
Aspecto fisico típico

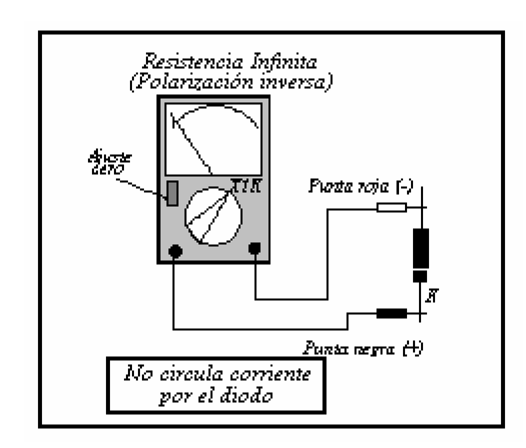


Símbolo eléctrico



En condiciones normales deben medir baja resistencia en un sentido y alta resisten cia en sentido inverso.

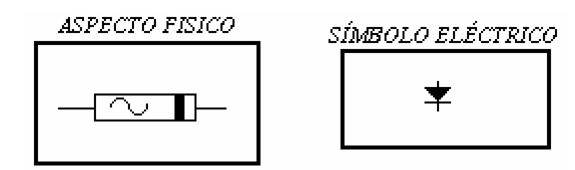




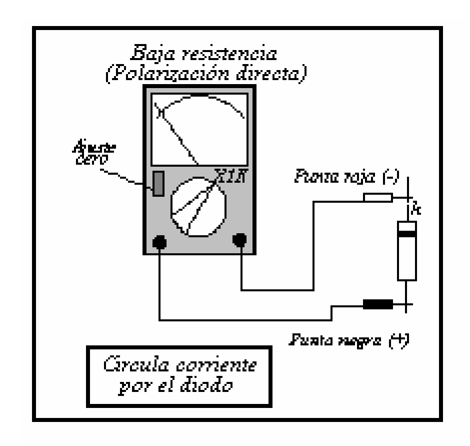
Las principales fallas que presentan los diodos de silicio son las siguientes:

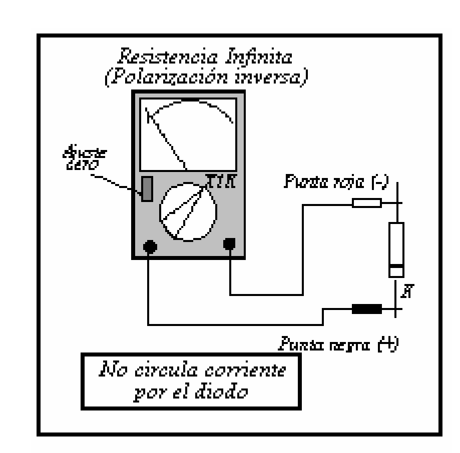
a)Diodo en cortocircuito : El instrumente marca baja resistencia en ambos sentidos.
b)Diodo abierto : El instrumento marca resistencia infinita en ambos sentidos.
c)Diodo con fugas : El instrumento marca baja resistencia en un sentido (normal) y menos de un mega ohms en esntido inverso.

2.-MEDICIÓN DE DIODOS DE GERMANIO. - Actúan también como rectificadores de corriente alterna, pero de muy bajo amperaje. Fundamentalmente trabajan en la detección de señales.



El procedimiento que se debe seguir para la medic ión de diodos de germanio es prácticamente el mismo que para los diodos de silicio, solo que ahora la medición se debe realizar en la escala X10 del óhmetro.

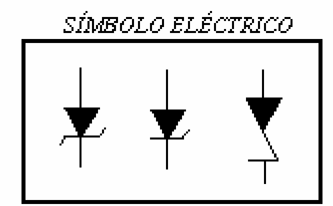


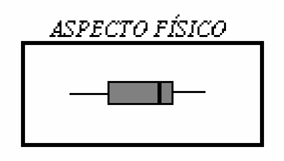


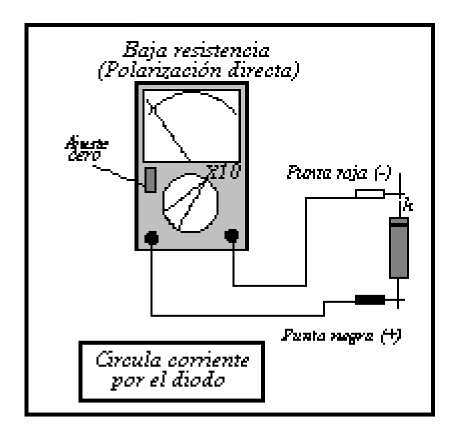
Las principales fallas que presentan los diodos de germanio son las mismas de los diodos de silicio.

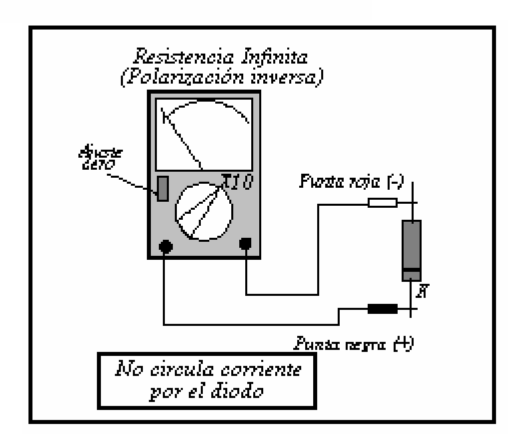
3.-MEDICIÓN DE DIODOS ZENER.- Su principal finalidad es la de actuar como reguladores o estabilizadores de voltaje, en fuentes de alimentación de equipos electrónicos en general.

Para verificar su estado, se mide en la escala X10 del óhmetro y el resultado de la medición debe ser el mismo que en el resto de los diodos, es decir, baja resistencia en un sentido y alta resistencia en sentido inverso.



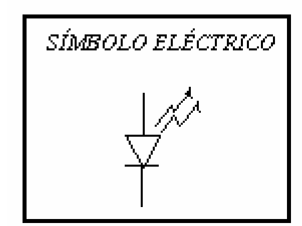


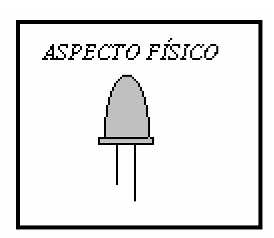




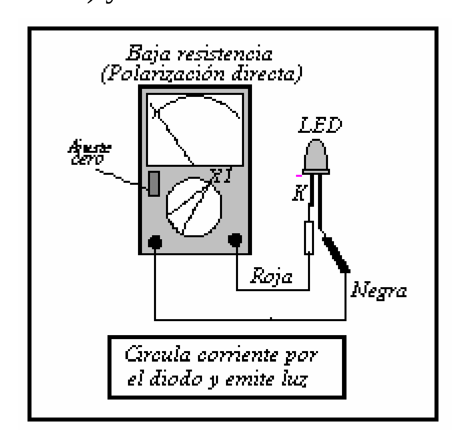
Las principales fallas que presentan los diodos zener son la s mismas de los diodos de silicio.

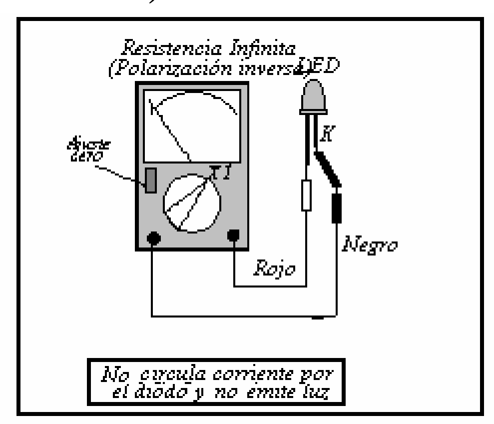
4.-DIODOS EMISORES DE LUZ (LED).-Los diodos LED tienen la particularidad de emitir luz cuando, al ser polarizados en forma directa, circula corriente por ellos.





Se miden en la escala X1 del óhmetro y deben marcar b aja resistencia en un sentido (emite luz) y alta resistencia en sentido inverso (no emite luz).



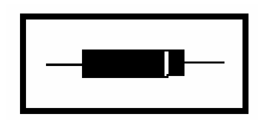


Fallas en los diodos LED : Son dos las fallas que normalmente presentan los diodos LED:

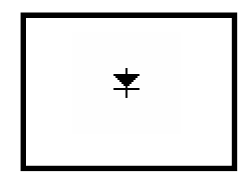
a) Diodo en cortocircuito.
b) Diodo abierto.

5.-DIODO SWITCH.- Es un diodo rectificador que posee alta velocidad de conmutación.

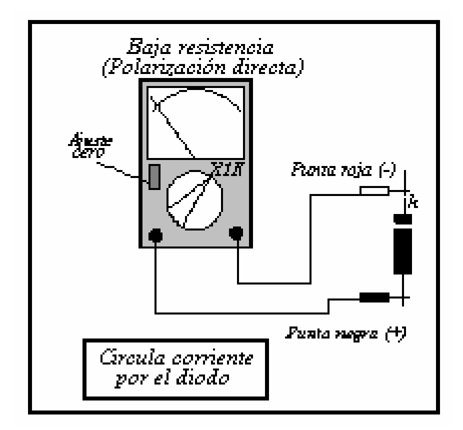
Aspecto fisico típico

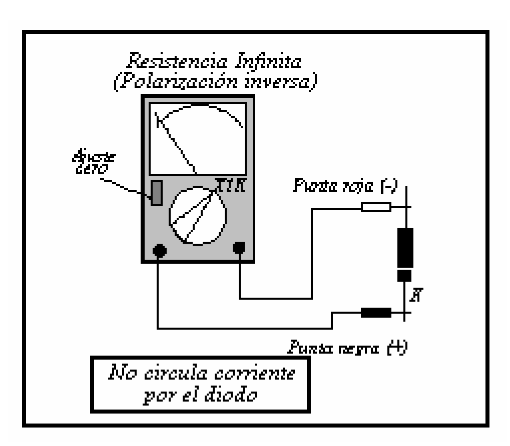


Símbolo eléctrico



Este diodo se mide en la escala X1K del óhmetro y debe marcar baja resistencia en un sentido y alta resistencia en el otro.

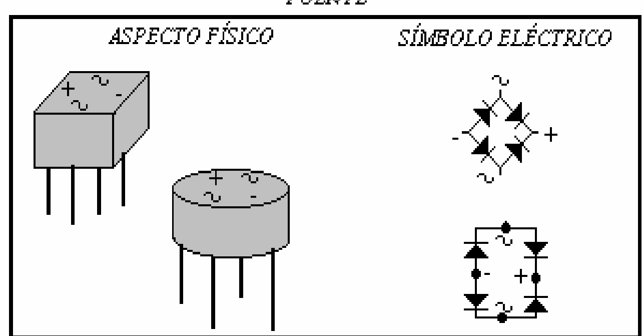


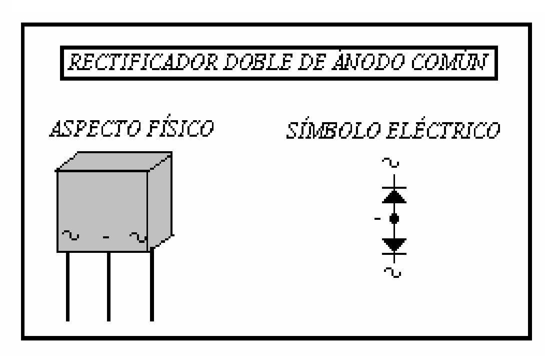


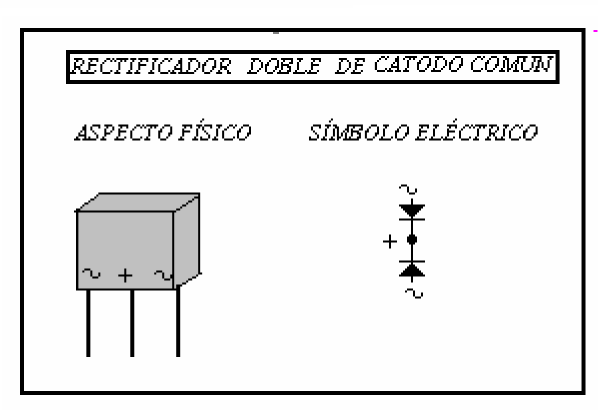
<u>Las fallas que presenta un diodo switch son las mismas que presenta un diodo rectificador de silicio.</u>

<u>6.-RECTIFICADORES INTEGRADOS.-</u> Están constituidos por dos ó cuatro diodos de silicio situados en una pastilla y que unidos convenientemente, permiten una rectificación de onda completa de la corriente alterna.

Los constituidos por cuatro diodos se denominan **"rectificadores puente"** y a los constituidos por dos diodos **"rectificador doble".**







Generalmente se encuentran formando parte de las fuentes de alimentación de todos los equipos electrónicos.

El significado de la señalización que viene indicada en el cuerpo de ellos es la siguiente:

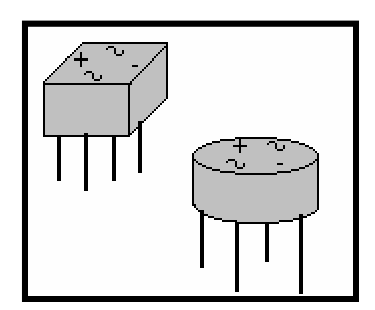
+ **= Corresponde a la unión de los cátodos.**

\- **= Corresponde a la unión de los ánodos.**

~ **= Corresponde a la unión de un cátodo con un ánodo.**

ORDEN DE OPERACIONES PARA LA MEDICIÓN DE UN RECTIFICADOR PUENTE:

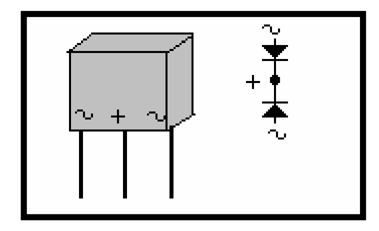
Entre el terminal + y el terminal ~ = Baja R en un sentido y alta R en el otro.
Entre el terminal + y el segundo terminal ~ = Idem.
Entre el terminal - y el terminal ~ = Baja R en un sentido y alta R en el otro.
Entre el terminal - y el segundo terminal ~ = Idem.



Si se dan estas mediciones es que el rectificador se encuentra en buen estado .

ORDEN DE OPERACIONES PARA LA MEDICIÓN DE UN RECTIFICADOR A DOBLE DIODO CON CÁTODO COMÚN:

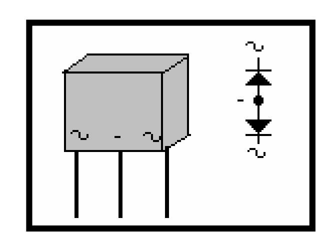
Entre el terminal + y el terminal ~ = Baja R en un sentido y alta R en el otro.
Entre el terminal + y el segundo terminal ~ = Idem.



Si se dan estas mediciones es que el rectificador se encuentra en buen estado .

ORDEN DE OPERACIONES PARA LA MEDICIÓN DE UN RECTIFICADOR A DOBLE DIODO CON ÁNODO COMÚN:

Entre el terminal - y el terminal ~ = Baja R en un sentido y alta R en el otro.
Entre el terminal - y el segundo terminal ~ = Idem.



Si se dan estas mediciones es que el rectificador se encuentra en buen estado

FALLAS EN LOS RECTIFICADORES INTEGRADOS:

a) Diodo en cortocircuito.
b)Diodo con fugas.
c)Diodo abierto.





FICHA PRÁCTICA

Desarrolle el siguiente trabajo, realizando la práctica de medición de los siguientes componentes semiconductores:

1.-Diodo rectificador de silicio (Silicón).-

a)Escala del óhmetro que seleccionará para la medición :..
b)Resistencia directa : ....
c)Resistencia inversa : ....
d)Estado del diodo : ....

2.-Diodo de germanio.-

a)Escala del óhmetro que seleccionará para la medición :..
b)Resistencia directa : ....
c)Resistencia inversa : ....
d)Estado del diodo : ....

3.-Diodo zener.-

a)Escala del óhmetro que seleccionará para la medición :..
b)Resistencia directa : ....
c)Resistencia inversa : ....
d)Estado del diodo : ....

4.-Diodo switch.-

a)Escala del óhmetro que seleccionará para la medición :..
b)Resistencia directa : ....
c)Resistencia inversa : ....
d)Estado del diodo : ....

5.-Diodo led.-

a)Escala del óhmetro que seleccionará para la medición :..
b)Resistencia directa : ....
c)Resistencia inversa : ....
d)Estado del diodo : ....

6.-Rectificador puente.-

a)Escala del óhmetro que usará : ....
b)Resistencia directa entre terminal ∿ y terminal + : ....
c)Resistencia inversa entre terminal ∿ y terminal + : ....
d)Resistencia directa entre terminal ∿ y terminal + : ....
e)Resistencia inversa entre terminal ∿ y terminal + : ....
f)Resistencia directa entre terminal ∿ y terminal - : ....
g)Resistencia inversa entre terminal ∿ y terminal - : ....
h)Resistencia directa entre terminal ∿ y terminal - : ....
i)Resistencia inversa entre terminal ∿ y terminal - : ....
j)Resistencia directa entre terminal ∿ y terminal ∿ : ....
k)Resistencia directa entre terminal ∿ y terminal ∿ : ....
l)Estado del rectificador : ....

7.-Rectificador doble de cátodo común.-

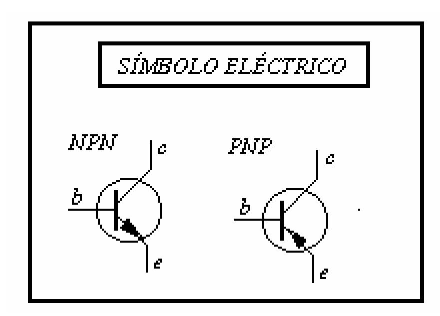
a)Escala del óhmetro que usará : ....
b)Resistencia directa entre terminal ∿ y terminal + : ....
c)Resistencia inversa entre terminal ∿ y terminal + : ....
e)Resistencia inversa entre terminal ∿ y terminal + : ....
f)Resistencia directa entre terminal ∿ y terminal - : ....
j)Resistencia directa entre terminal ∿ y terminal ∿ : ....
k)Resistencia directa entre terminal ∿ y terminal ∿ : ....
l)Estado del rectificador : ....

8.-Rectificador doble de ánodo común.-

f)Resistencia directa entre terminal ∿ y terminal - : ....
g)Resistencia inversa entre terminal ∿ y terminal - : ....
h)Resistencia directa entre terminal ∿ y terminal - : ....
i)Resistencia inversa entre terminal ∿ y terminal - : ....
j)Resistencia directa entre terminal ∿ y terminal ∿ : ....
k)Resistencia directa entre terminal ∿ y terminal ∿ : ....
l)Estado del rectificador : ....

MEDICIÓN DE TRANSISTORES BIPOLARES CON EL ÓHMETRO

Existen dos tipos de transistores bipolares; estos son: **NPN y PNP**.
Cada uno de ellos dispone de tres terminales denominados **Base (B) - Emisor (E) Colector (C).**
Se fabrican en germanio y silicio y tienen por finalidad amplificar señales eléctricas. Cabe destacar que también se les emplea como elementos de conmutación.



En general es enorme la cantidad de tipos diferentes de transistores, disponiendo cada uno de ellos un código que identifica sus principales características, pero nada se ha resuelto en cuanto a la estandarización de sus terminales.

Codificación de transistores

Los números y letras que codifican a los transistores no siempre indican la función ni tampoco si son de germanio o silicio.
A continuación se muestra una tabla de algunos tipos más corrientes:

Japoneses:

2SA...............Ge o Si para alta y muy alta frecuencia (PNP).
2SB...............Ge para baja frecuencia (PNP).
2SC...............Ge o Si para alta y muy alta frecuencia (NPN).
2SD...............Ge o Si para baja frecuencia (NPN).

Europeos:

AC..................Ge para baja frecuencia.
AF..................Ge para alta y muy alta frecuencia.
BC.................Si para baja frecuencia.
AD.................Ge para baja frecuencia y de potencia.
BD.................Si para baja frecuencia y de potencia.

Americanos EEUU:

2N..................Cualquier tipo de transistor de Ge o Si para alta y baja frecuencia, frecuencia media y alta.

Franceses:

SFT................Cualquier tipo de transistor, Ge o Si para alta y baja frecuencia.

MEDICIÓN DE UN TRANSISTOR CONOCIDO

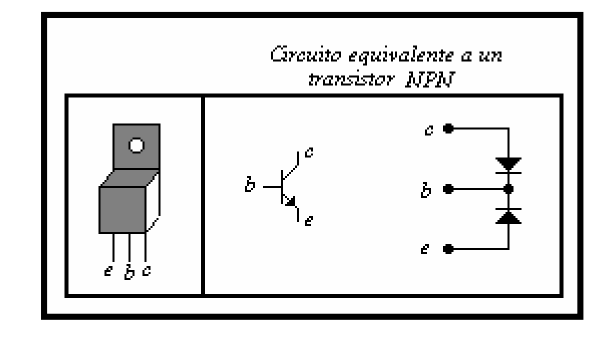
Un transistor conocido es aquel que tiene perfectamente identificados sus tres terminales.

Estos transistores se miden con el óhmetro en la escala X1K y con una punta del óhmetro en la base marcan baja resistencia respecto al emisor y colector.

Al invertir las puntas del óhmetro, debe marcar resistencia infinita respecto a emisor y colector. Entre colector y emisor marcan resistencia infinita en ambos sentidos.

Las mediciones señaladas son validas para transistores de silicio y de germanio, solo que estos últimos se miden en la escala X10 ó X100 del óhmetro .

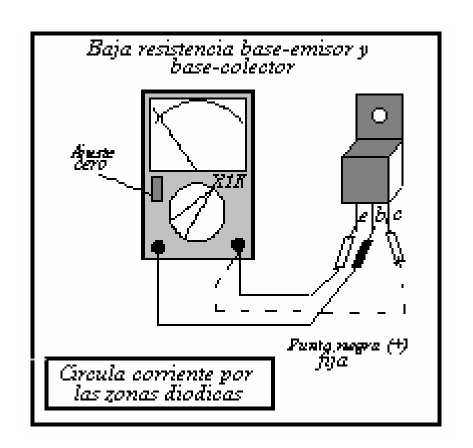
Medición de un transistor NPN.-

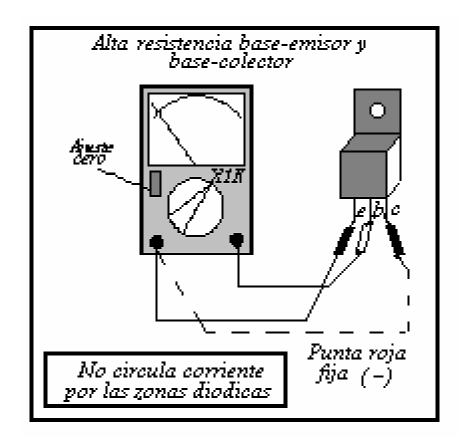


1º medición: Medir la resistencia directa de la zona diodica B - E y B - C.

Para la realización de esta medición se fija la punta negra del óhmetro (+) sobre la base, mientras que, la punta roja del óhmetro (-)se lleva alternadamente a los dos terminales restantes (colector y emisor). En ambas mediciones la aguja del óhmetro deberá marcar un bajo valor de resistencia.

Se debe tener presente que el mismo valor medido entre base y emisor es el que se debe obtener entre base y colector.



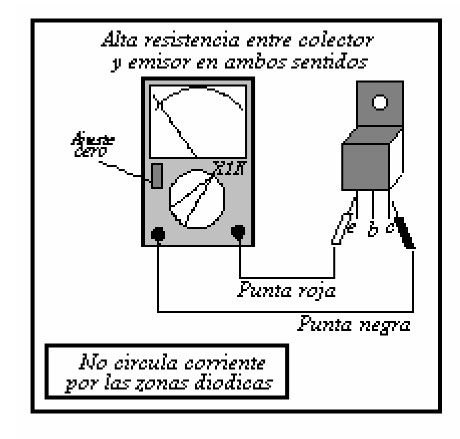


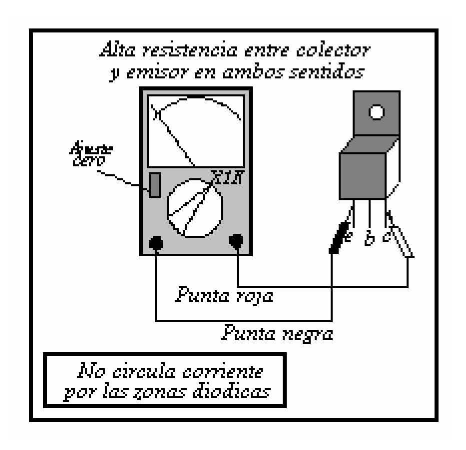
2º Medición.- Medir la resistencia inversa de la zona diodica base emisor y base colector.

Para lograr esto, es ahora la punta de color rojo del óhmetro la que se fija sobre el terminal de base del transistor. Mientras tanto, la punta negra del óhmetro es ahora quien se lleva alternadamente a los dos terminales restantes (colector y emisor). En ambas mediciones el instrumento debe marcar una resistencia infinita (R. inversa).

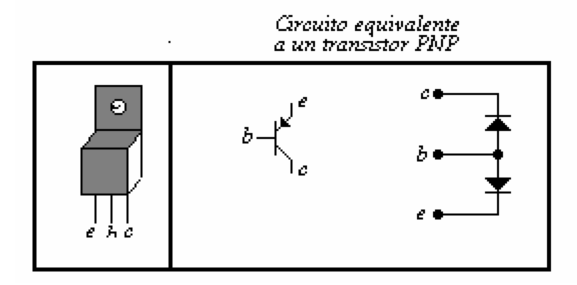
3º Medición.- Consiste en medir la resistencia entre colector y emisor en ambos sentidos (R1 y R2). Para esto se fijan las puntas de prueba del instrumento entre colector y emisor (R1) y luego se invierten (R2). En ambas mediciones el óhmetro debe marcar resistencia infinita.

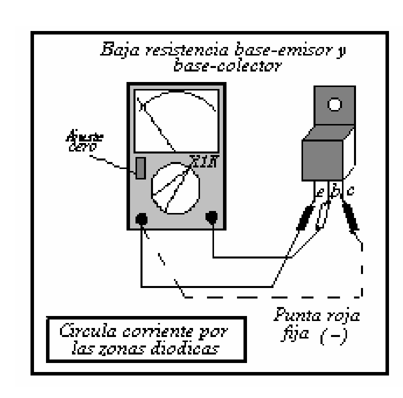
Si se cumplen las tres pruebas antes señaladas, significa que el transistor se encuentra en perfectas condiciones.





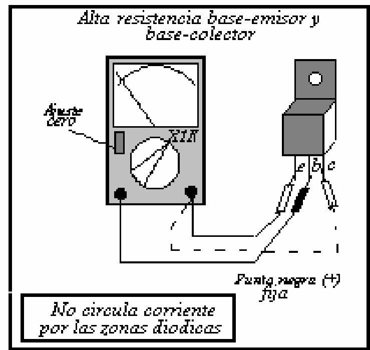
Medición de un transistor PNP.-





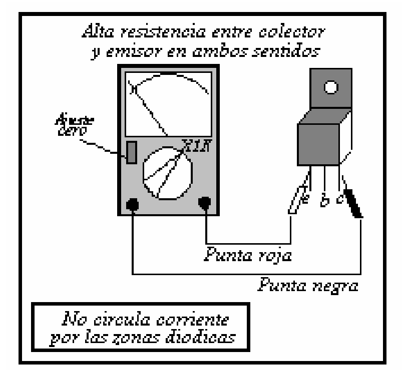
1º Medición.-Con el óhmetro en la escala X1K medir la resistencia de la zona diodica B - E y B - C.

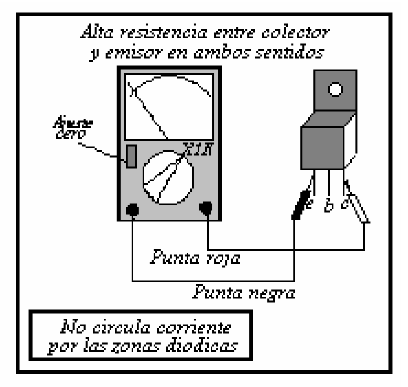
Para la realización de esta prueba, se fija la punta roja del óhmetro (-) sobre la base, mientras que la punta negra del mismo (+) se lleva alternadamente a los dos terminales restantes (colector y emisor). En ambas mediciones la aguja del óhmetro debe marcar una baja resistencia (R directa).



2º medición.- Medir la resistencia inversa de la zona diodica B - E y B - C. Para lograr esto, la punta negra del óhmetro es ahora quien se fija sobre la base del transistor, mientras que la punta roja se lleva, alternadamente, a los dos terminales restantes (colector y emisor). En ambas mediciones el instrumento debe acusar una resistencia infinita.

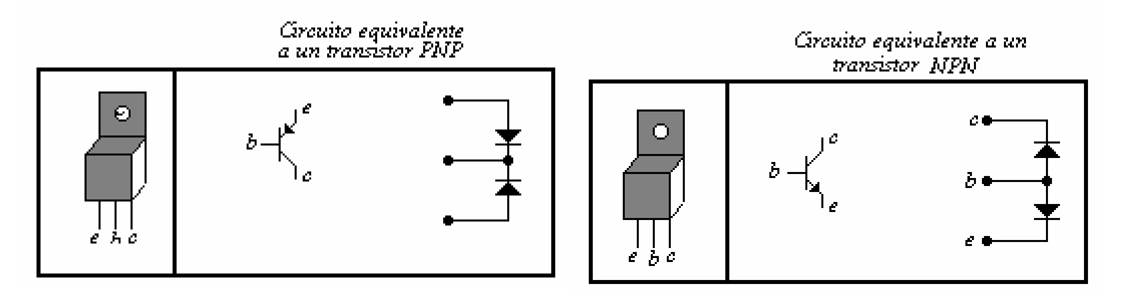
3º medición.-Consiste en medir la resistencia entre colector y emisor en ambos sentidos (R1 y R2). Para esto se fijan las puntas de prueba del óhmetro entre colector y emisor (R1) y luego se invierten (R2). En ambas mediciones el instrumento debe marcar R. infinita. Bajo estas condiciones el transistor se encuentra en buen estado.





CIRCUITO EQUIVALENTE DE UN TRANSISTOR

Cuando se va a realizar la medición de un transistor, resulta muy útil considerarlo como un conjunto formado por dos diodos acoplados, pues esto facilita mucho la interpretación de la medición, dado que el investigador la relaciona con la medición de un diodo.



Desde el punto de vista práctico, puede considerarse al transistor PNP como un conjunto formado por dos diodos unidos por los cátodos.

De la misma forma, un transistor NPN es equivalente a dos diodos unidos por los ánodos.

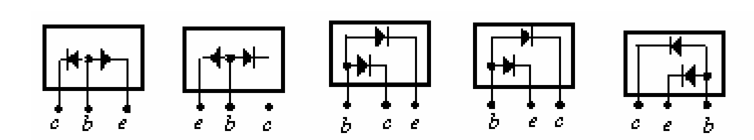
MEDICIÓN DE UN TRANSISTOR DESCONOCIDO

Para la medición de un transistor desconocido, el técnico deberá conocer previamente la ubicación de la base, el emisor y el colector.

Una vez identificados estos tres terminales, el transistor puede ser medido como un transistor conocido.

Un muy elevado porcentaje de los transistores que se expenden en el comercio no posee identificación alguna de sus terminales, por lo que se hace necesario que el técnico los sepa identificar a través del óhmetro. Por esta razón, a continuación se detallará el procedimiento a seguir para cada caso.

Posibles variantes en la ubicación de los terminales de un transistor

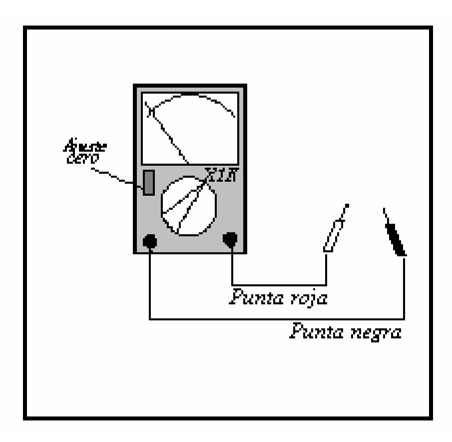


Tal como se puede observar en las figuras, es posible darse cuenta que los terminales de un transistor pueden venir ubicados en cualquier orden. Esto hace necesario un método que permita identificarlos.

1.-Identificación de la base de un transistor.- La base de un transistor es el único terminal que mide baja resistencia, en un sentido, con respecto a los dos terminales restantes (emisor y colector) y alta resistencia en sentido inverso (al invertir las puntas).

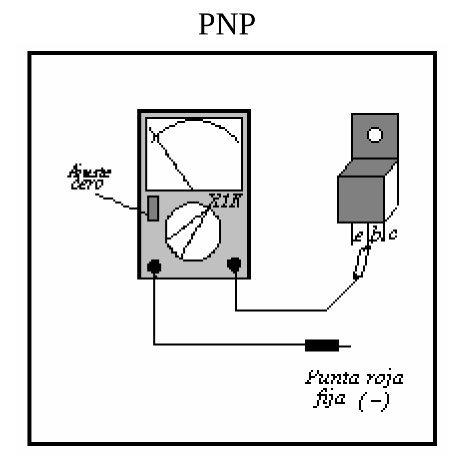
El orden a seguir, para realizar esta operación, es el siguiente:

a)Disponer el ohmetro en la escala X1K.

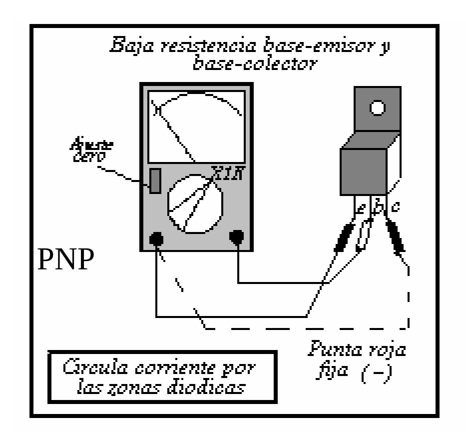


b)Fijar una de las puntas del óhmetro (cualquiera) sobre un terminal cualquiera del transistor

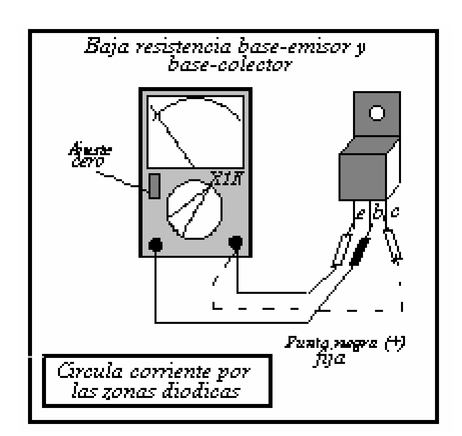
PNP



c)La punta libre del óhmetro llevarla, en forma alternada, a cada uno de los contactos restantes y observar la lectura del instrumento.



NPN



Es importante destacar que la base del transistor es aqu el terminal, que con respecto a los otros dos, marca baja e igual valor de resistencia.

2.- Identificación del tipo de transistor.-

a)Si la base del transistor fue localizada con la punta de color negro, significa que el transistor medido es del tipo NP N.

b)Si la base del transistor fue localizada con la punta de color rojo, significa que el transistor medido es del tipo PNP.

Es importante destacar que estas pruebas fuerón analizadas con tester análogo de orígen Japones, en donde la polaridad de la punta roja del óhmetro es negativa y, la de la punta negra es positiva.

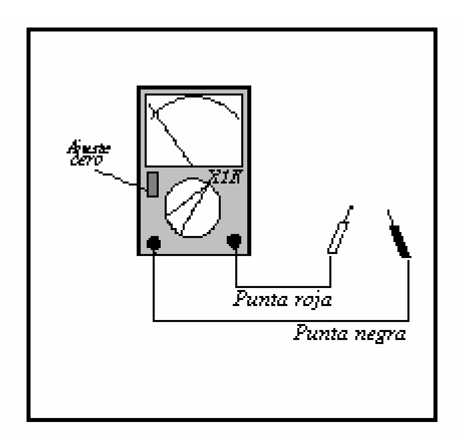
3.- Identificación del colector.-Una vez identificada la base y el tipo de transistor, es necesario identificar el terminal que corresponde al colector. Para lograrlo existen dos métodos:

a)Usando la resistencia de la mano (RDM).
b)Usando un resistor de carbón de 10 a 20 K Ω.

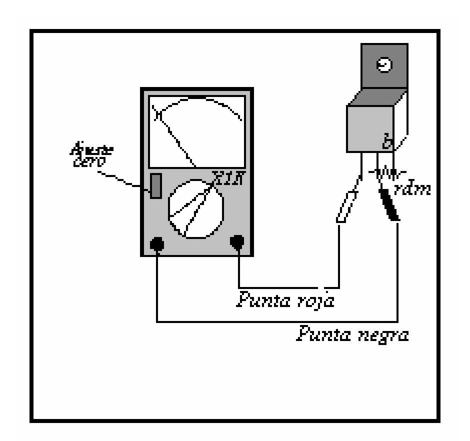
IDENTIFICACIÓN DEL COLECTOR USANDO LA RESISTENCIA DE LA MANO (RDM).-

1.-PARA TRANSISTORES DEL TIPO NPN.-

a)Coloque el óhmetro en la escala X1K.

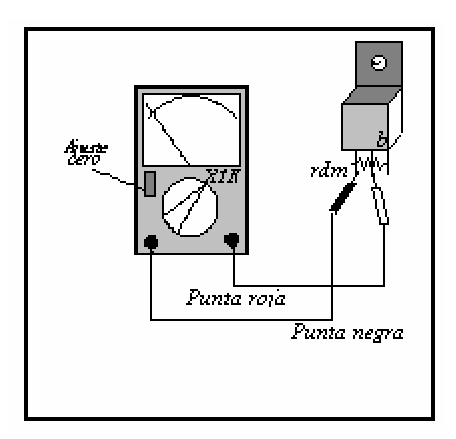


b)Si el transistor es del tipo NPN, tome la punta negra del óhmetro con la mano izquierda y apoyela en uno de los terminales no identificados del transistor. Mientras tanto la punta roja del óhmetro conectela al otro terminal no identificado. Note que el óhmetro marca resistencia infinita. Bajo estas condiciones, apoye el pulgar de la mano izquierda entre la punta negra y la base del transistor. A partir de este punto se debe memorizar el valor de resistencia que marca el instrumento.



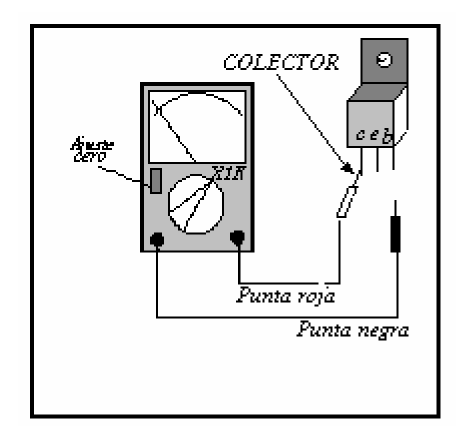
Medición = 300 KΩ

c)Invierta los terminales no identificados del transistor con respecto a las puntas del tester y vuelva a apoyar el pulgar de la mano izquierda entre la punta negra y la base del transistor. El óhmetro señalará una medida diferente con respecto a la anterior.



Medición = 50KΩ

d)En la prueba donde se obtuvo el mayor valor resistivo , el colector es aquel terminal que no es tocado por el dedo pulgar.

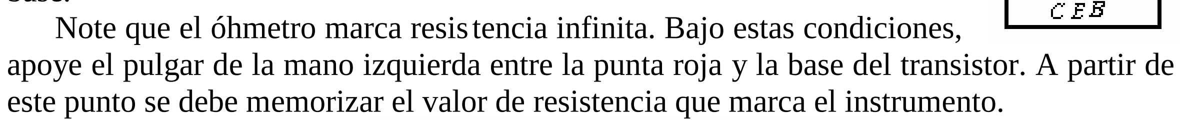


De los resultados obtenidos se puede deducir que la distribución de terminales del transistor análizado es la siguiente:

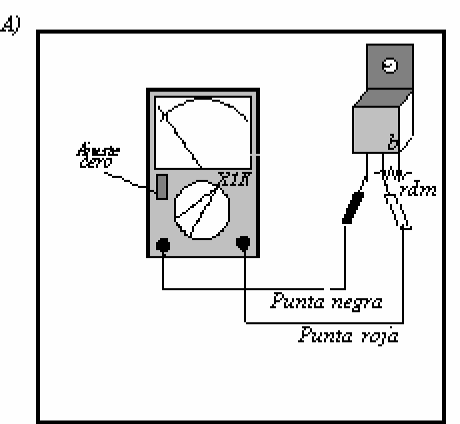
2.-PARA TRANSISTORES DEL TIPO PNP.-

a)Si el transistor analizado es del tipo PNP, para ubicar el colector se debe realizar el mismo procedimiento, con la diferencia que el pulgar de la mano izquierda deberá quedar apoyado entre la punta de color rojo y la base.

Note que el óhmetro marca resis tencia infinita. Bajo estas condiciones, apoye el pulgar de la mano izquierda entre la punta roja y la base del transistor. A partir de este punto se debe memorizar el valor de resistencia que marca el instrumento.

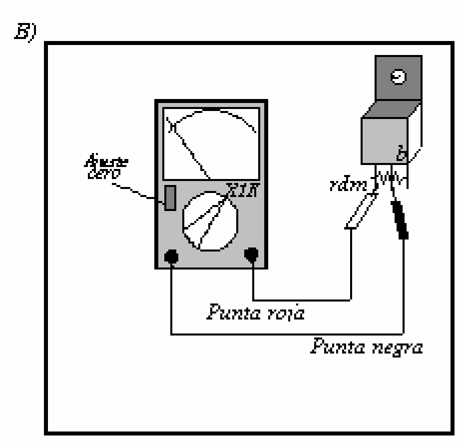


A)



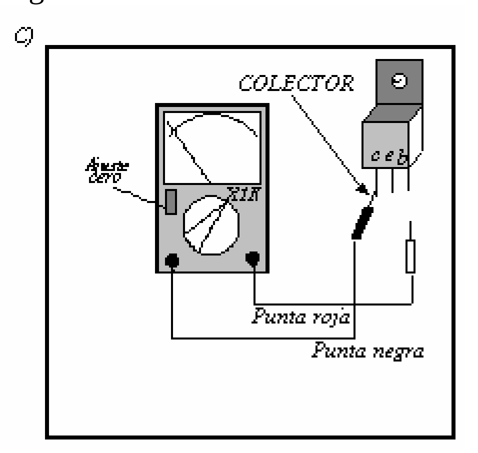
Medición = 300 KΩ

b)Invierta los terminales no identificados del transistor con respecto a las puntas del tester y vuelva a apoyar el pulgar de la mano izquierda entre la punta roja y la base del transistor. El óhmetro señalará una medida diferente con respecto a la anter ior



Medición = 50KΩ

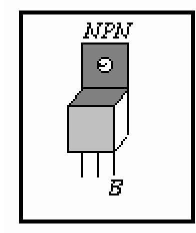
c)En la prueba donde se obtuvo el mayor valor resistivo, el colector es aquel terminal que no es tocado por el dedo pulgar.

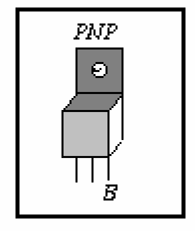


Con el objeto de dominar esta importante técnica de reconocimi ento, es de gran utilidad que el alumno la aplique en diferentes tipos de transistores, hasta lograr un total dominio de la misma.

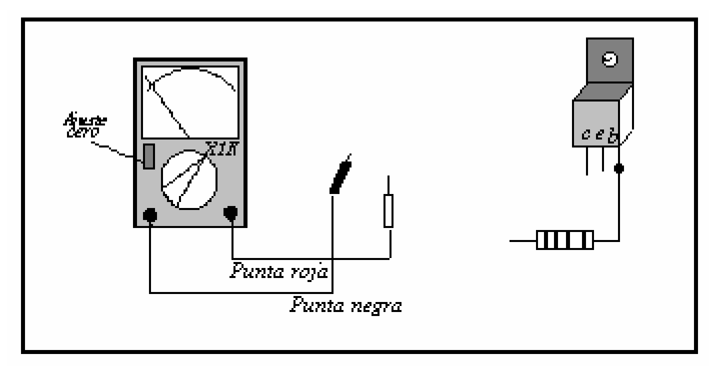
IDENTIFICACIÓN DEL COLECTOR USANDO UN RESISTOR DE CARBÓN DE 10 A 20 KΩ.

a)Ubicar el contacto correspondiente a la base y determinar si el transistor es NPN o PNP.





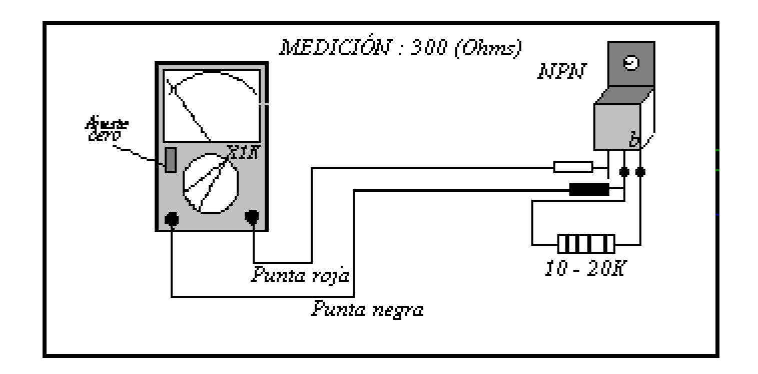
b)Soldar un extremo de un resistor de 10 a 20 K Ω en el contacto correspondiente a la base del transistor.



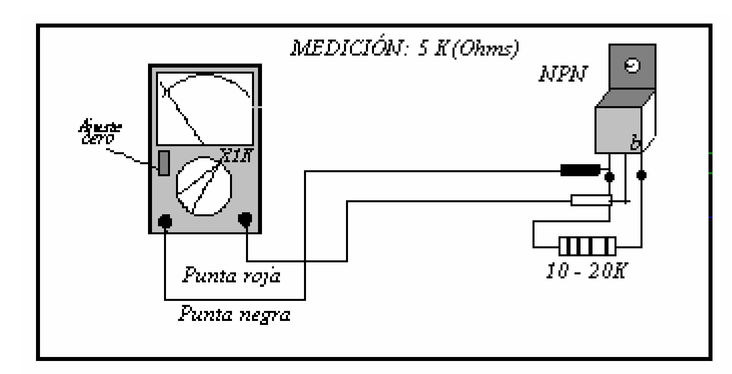
c)Ubicar el selector de funciones del tester en la escala X10 - X100 ó X1K.

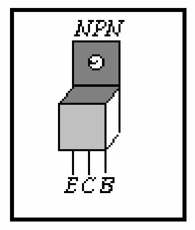
d)Si el transistor es del tipo NPN, seguir los siguientes pasos:

-La punta negra del óhmetro unirla al extremo libre del resistor y simultáneamente a uno de los terminales no identificados del transistor.



-La unión resistor/punta negra cambiarla al contacto donde anteriormente estaba ubicada la punta de color rojo, mientras que esta última se une con el terminal libre del transistor.

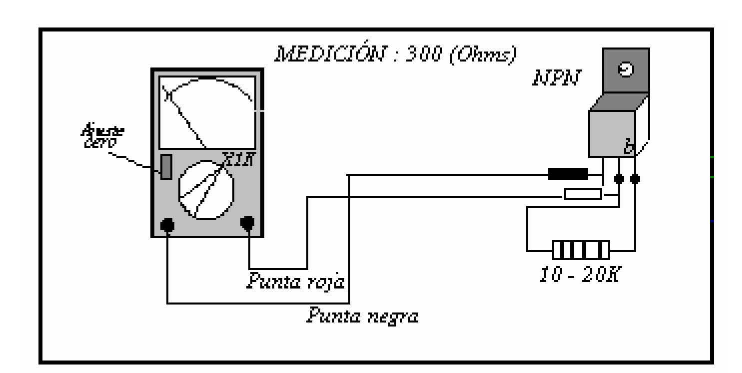




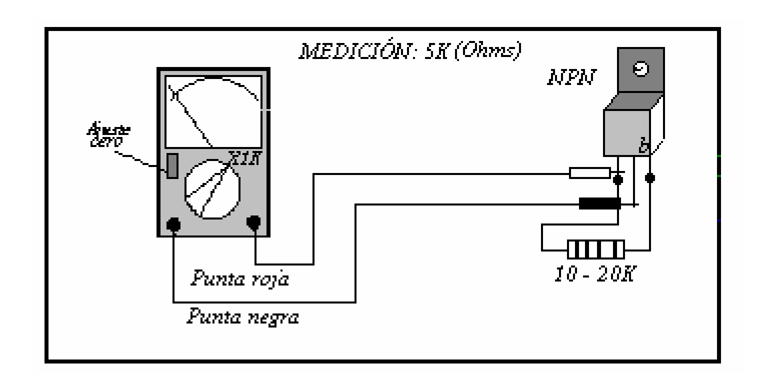
-En la prueba donde el instrumento marque una mayor resistencia, será la punta roja del óhmetro la que señale cual es el colector.

e)Si el transistor es del tipo PNP, seguir los siguientes pasos:

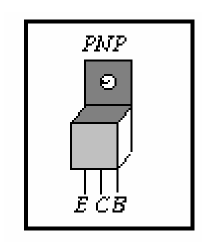
-La punta roja del óhmetro unirla al extremo libre del resistor y simultáneamente a uno de los terminales no i dentificados del transistor:



-La unión resistor/punta roja cambiarla al terminal donde antes estaba ubicada la punta negra, mientras que esta última se une al terminal libre del transistor.



-En la prueba donde el instrumento acuse una mayor resistencia, será la punta negra del óhmetro la que señale cual es el col ector.



FICHA DE PRÁCTICA

Identifique la base, el tipo y el colector de los siguientes transistores:

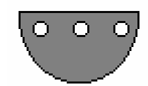
1.-Transistor Nº1.-

Código : ....Tipo : ....Ubicación de la base : ....

Identificación del colector:

a)Resistencia menor : ....
b)Resistencia mayor : ....

Dibujar distribución de terminales:



Medición del transistor:

Resistencia directa base - emisor :..
Resistencia directa base - colector : ....
Resistencia inversa base - emisor : ....
Resistencia inversa base - colector : ....
Resistencia Nº1 colector - emisor : ....
Resistencia Nº2 colector - emisor : ....

Señale el estado en que se encuentra el transistor : ....
....
....
....

2.-Transistor Nº2.-

Código : ....Tipo : ....Ubicación de la base : ....

Identificación del colector:

a)Resistencia menor : ....
b)Resistencia mayor : ....

Dibujar distribución de terminales:

Medición del transistor:

Resistencia directa base - emisor :..
Resistencia directa base - colector : ....
Resistencia inversa base - emisor : ....
Resistencia inversa base - colector : ....
Resistencia Nº1 colector - emisor : ....
Resistencia Nº2 colector - emisor : ....

Señale el estado en que se encuentra el transistor: ....
....
....
....

3.-Transistor Nº3.-

Código : ....Tipo : ....Ubicación de la base : ....

Identificación del colector:

a)Resistencia menor : ....
b)Resistencia mayor : ....

Dibujar distribución de terminales:

Medición del transistor:

Resistencia directa base - emisor :...
Resistencia directa base - colector : ....
Resistencia inversa base - emisor : ....
Resistencia inversa base - colector : ....
Resistencia Nº1 colector - emisor : ....
Resistencia Nº2 colector - emisor : ....

Señale el estado en que se encuentra el transistor: ....
....
....
....

4.-Transistor Nº4.-

Código : ....Tipo : ....Ubicación de la base : ....

Identificación del colector:

a)Resistencia menor : ....
b)Resistencia mayor : ....

Dibujar distribución de terminales:

Medición del transistor:

Resistencia directa base - emisor :..
Resistencia directa base - colector : ....
Resistencia inversa base - emisor : ....
Resistencia inversa base - colector : ....
Resistencia Nº1 colector - emisor : ....
Resistencia Nº2 colector - emisor : ....

Señale el estado en que se encuentra el transistor: ....
....
....
....

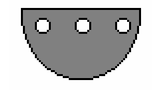
5.-Transistor Nº5.-

Código : ....Tipo : ....Ubicación de la base : ....

Identificación del colector:

a)Resistencia menor : ....
b)Resistencia mayor : ....

Dibujar distribución de terminales:



Medición del transistor:

Resistencia directa base - emisor :...
Resistencia directa base - colector : ....
Resistencia inversa base - emisor : ....
Resistencia inversa base - colector : ....
Resistencia Nº1 colector - emisor : ....
Resistencia Nº2 colector - emisor : ....

Señale el estado en que se encuentra el transistor: ....
....
....
....

6.-Transistor Nº6.-

Código : ....Tipo : ....Ubicación de la base : ....

Identificación del colector:

a)Resistencia menor : ....
b)Resistencia mayor : ....

Dibujar distribución de terminales:

Medición del transistor:

Resistencia directa base - emisor :...
Resistencia directa base - colector : ....

Resistencia inversa base - emisor : ....
Resistencia inversa base - colector : ....
Resistencia Nº1 colector - emisor : ....
Resistencia Nº2 colector - emisor : ....

Señale el estado en que se encuentra el transistor : ....
....
....
....

7.-Transistor Nº7.-

Código : ....Tipo : ....Ubicación de la base : ....

Identificación del colector:

a)Resistencia menor : ....
b)Resistencia mayor : ....

Dibujar distribución de terminales :

Medición del transistor:

Resistencia directa base - emisor :.. ....
Resistencia directa base - colector : ....
Resistencia inversa base - emisor : ....
Resistencia inversa base - colector : ....
Resistencia Nº1 colector - emisor : ....
Resistencia Nº2 colector - emisor : ....

Señale el estado en que se encuentra el transistor : ....
....
....
....

8.-Transistor Nº8.-

Código : ....Tipo : ....Ubicación de la base : ....

Identificación del colector:

a)Resistencia menor : ....
b)Resistencia mayor : ....

Dibujar distribución de terminales:

Medición del transistor:

Resistencia directa base - emisor :..
Resistencia directa base - colector : ....
Resistencia inversa base - emisor : ....
Resistencia inversa base - colector : ....
Resistencia Nº1 colector - emisor : ....
Resistencia Nº2 colector - emisor : ....

Señale el estado en que se encuentra el transistor: ....
....
....
....

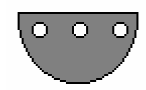
9.-Transistor Nº9.-

Código : ....Tipo : ....Ubicación de la base : ....

Identificación del colector:

a)Resistencia menor : ....
b)Resistencia mayor : ....

Dibujar distribución de terminales:



Medición del transistor:

Resistencia directa base - emisor :...
Resistencia directa base - colector : ....
Resistencia inversa base - emisor : ....
Resistencia inversa base - colector : ....
Resistencia Nº1 colector - emisor : ....
Resistencia Nº2 colector - emisor : ....

Señale el estado en que se encuentra el transistor: ....
....
....
....

10.-Transistor Nº10.-

Código : ....Tipo : ....Ubicación de la base : ....

Identificación del colector:

a)Resistencia menor : ....
b)Resistencia mayor : ....

Dibujar distribución de terminales:

Medición del transistor:

Resistencia directa base - emisor :...
Resistencia directa base - colector : ....
Resistencia inversa base - emisor : ....
Resistencia inversa base - colector : ....

Resistencia Nº1 colector - emisor : ....
Resistencia Nº2 colector - emisor : ....

Señale el estado en que se encuentra el transistor : ....
....
....
....

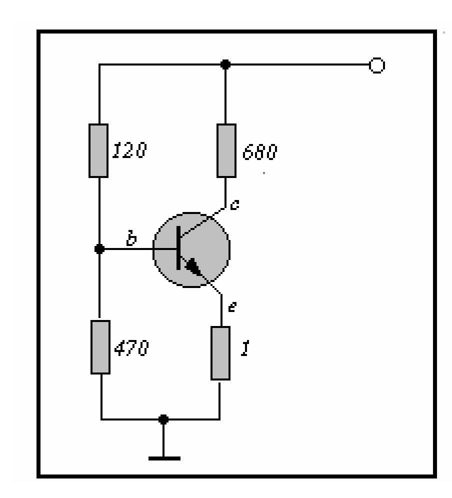
MEDICIÓN DE UN TRANSISTOR CON COMPONENTES ASOCIADOS

Cuando se midan diodos y transistores que se encuentren montados en el equipo bajo prueba, será importante tener presente que siempre existirán componentes asociados que al quedar conectados en paralelo con el transistor o diodo, provocarán una cierta alteración en los resultados de la medición, puesto que parte de la corriente entregada por las pilas del óhmetro se fugará a través de los mismos.

Para que esta alteración no sea muy pronunciada, es que se recomienda que todo transistor y diodo, al encontrarse montado en el equipo, sea medido en la escala X1 del óhmetro.

A continuación se muestran algunos ejemplos donde se justifican estas apreciaciones:

Ejemplo Nº1.-



Resistencia directa base - emisor :...
Resistencia directa base - colector : ....

Resistencia inversa base - emisor : ....
Resistencia inversa base - colector : ....
Resistencia Nº1 colector - emisor : ....
Resistencia Nº2 colector - emisor : ....

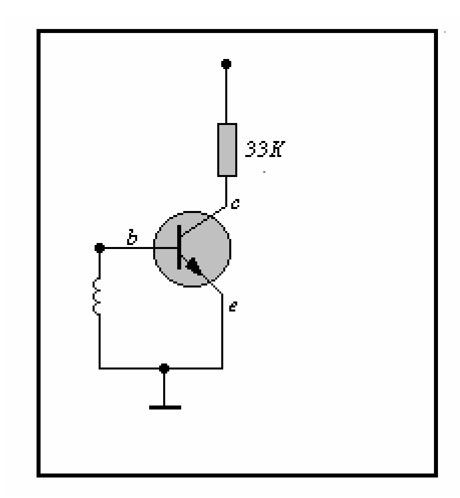
Conclusiones:

a) La resistencia inversa base - emisor no es de un valor infinito, puesto que el circuito se cierra a través de las resistencias de 470 y 1 Ohms.

b)La resistencia inversa base - colector no es infinita, debido a que el circuito se cierra a través de las resistencias de 680 y 120 Ohms.

c)La resistencia Nº1 y Nº2 entre colector y emisor no es infinita por causa de los elementos que quedan en paralelo con la zona colector - emisor.

Ejemplo Nº2.-

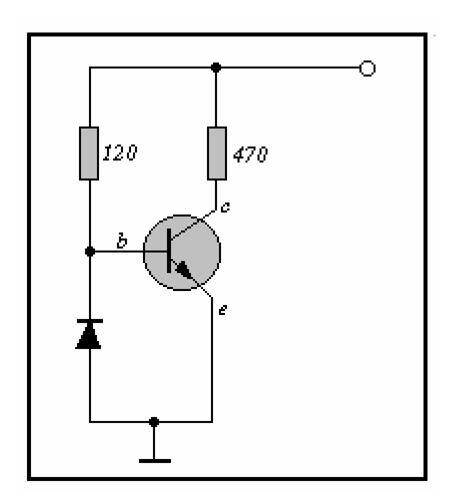


Resistencia directa base - emisor :...
Resistencia directa base - colector : ....
Resistencia inversa base - emisor : ....
Resistencia inversa base - colector : ....
Resistencia Nº1 colector - emisor : ....
Resistencia Nº2 colector - emisor : ....

Conclusiones:

La resistencia directa e inversa base/emisor es nula, debido a que la corriente del instrumento cierra su circuito a través de la bobina.

Ejemplo Nº3.-



Resistencia directa base - emisor :...
Resistencia directa base - colector : ....
Resistencia inversa base - emisor : ....
Resistencia inversa base - colector : ....
Resistencia Nº1 colector - emisor : ....
Resistencia Nº2 colector - emisor : ....

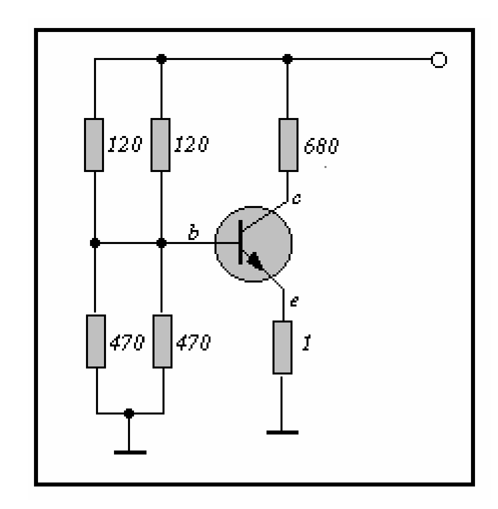
Conclusiones:

La resistencia inversa base / emisor no es infinita, puesto que el circuito se c ierra a través de del diodo.

La resistencia inversa base / colector no es infinita, debido a que el circuito se cierra a través de las resistencias de 120 y 470 Ohms.

La resistencia Nº1 y Nº2 entre colector y emisor no es infinita, dado que el circuito se cierra a través de la resistencia de 120, 470 y D1.

Ejemplo Nº4.-



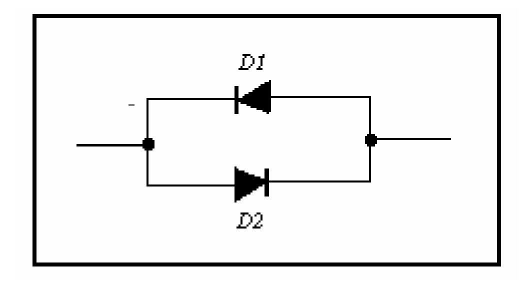
Resistencia directa base - emisor :..
Resistencia directa base - colector : ....
Resistencia inversa base - emisor : ....
Resistencia inversa base - colector : ....
Resistencia Nº1 colector - emisor : ....
Resistencia Nº2 colector - emisor : ....

Conclusiones:

a) La resistencia inversa base / emisor no es infinita, sino que de un valor menor, debido a que el circuito se cierra a través de las resistencias de 1 y 470 Ohms.

b) La resistencia inversa base / colector no es infinita, sino que de un valor menor, debido a que el circuito se cierra a través de las resistencias de 120 y 680 Ohms.

Ejemplo Nº5.-



Diodo Nº1:
Resistencia directa:.................................Resistencia inversa:.................... ....

Diodo Nº2:
Resistencia directa:.................................Resistencia inversa:...................................

Conclusiones:
La resistencia inversa del diodo Nº1 no es infinita, sino que baja, dado que el circuito se cierra a través del diodo Nº2.

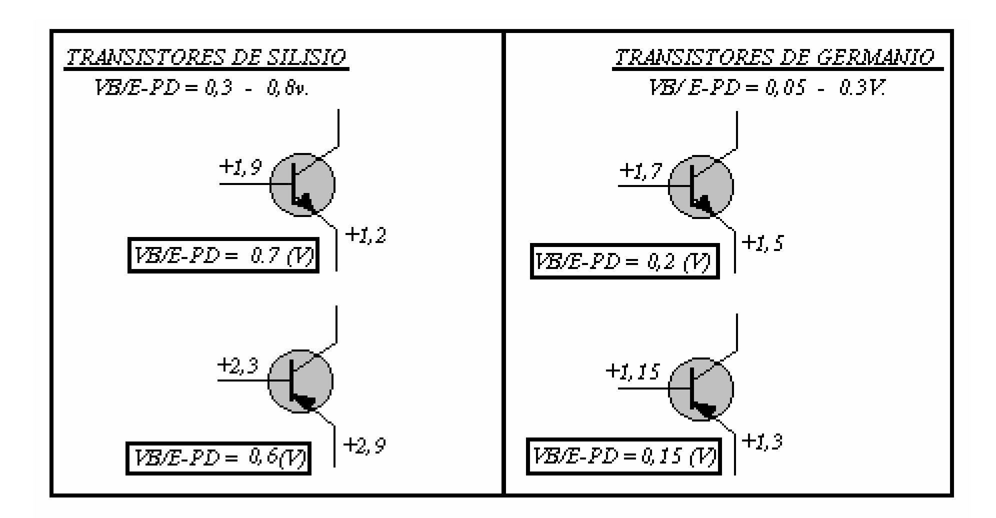
La resistencia inversa del diodo Nº2 no es infinita, sino que baja, dado que el circuito se cierra a través del diodo Nº1.

POLARIZACIÓN DE TRANSISTORES

El término polarización tiene por significado, aplicar voltajes contínuos (Vcc), de valor y polaridad adecuados, que permitan el normal funcionamiento de un transistor, diodo, circuito integrado, etc.
En el caso de los transistores es necesario considerar dos voltajes de polarización. Estos dos voltajes de polarización tendrán una p olaridad dependiente del tipo de transistor (NPN o PNP) y una magnitud dependiente de la característica de voltaje del mismo.
Los dos voltajes de polarizacion que se deben considerar son:

1.-VOLTAJE BASE / EMISOR EN POLARIZACIÓN DIRECTA (VB/E - PD).-

Este voltaje, generalmente inferior a un volt, es el que regula el grado de conducción eléctrica del transistor. Normalmente está comprendido entre 0,3 y 0,8 volt (300 y 800 mV) en los transistores de silicio, mientras que en los de germanio este valor se en cuentra entre 0.05 y 0,3 volt (50 y 250 mV).



·Este voltaje base emisor es el que regula el grado de conducción eléctrica del transistor y varía según los siguientes casos:

a)Varía en magnitud según el material con que fué const ruido el transistor (GE o SI).
b)Varía en polaridad según el tipo de transistor (NPN o PNP).

Cuando el voltaje directo base / emisor (VB/E -PD) es nulo o disminuye por debajo de los valores mínimos indicados, el transistor deja de conducir y pasa a un esta do de bloqueo. Vale aclarar que en algunos casos, para que un transistor cumpla una función determinada, se considera normal que tenga un voltaje directo base / emisor inferior a los niveles mínimos indicados.

De las figuras indicadas arriba se deduce que:

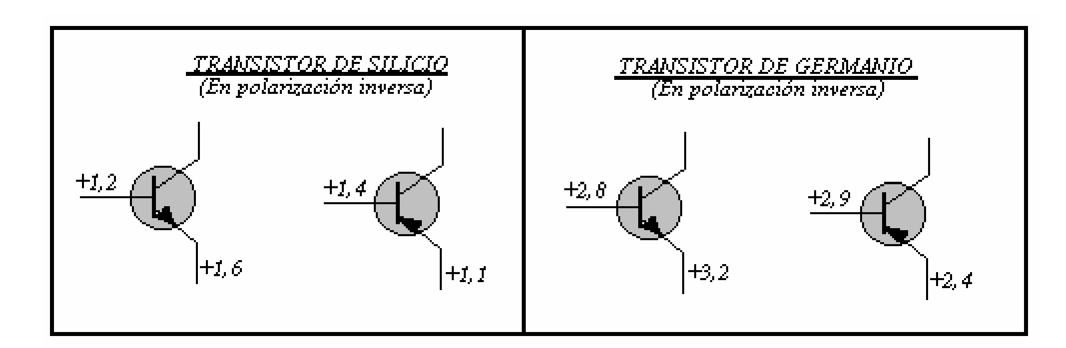
-Los transistores **NPN** se encuentran en polarización directa (PD) cuando la base se encuentra positiva respecto al emisor.

-Los transistores **PNP** se encuentran en polarización directa (PD) cuando la base se encuentra negativa respecto al emisor.

2.-VOLTAJE BASE / EMISOR EN POLARIZACIÓN INVERSA (VB/E -PI).-

En algunos casos, para aplicaciones determinadas, a los transistores se les hace funcionar con un voltaje base / emisor contrario a la polarización directa, al cual se le denomina voltaje base / emisor en polarización inversa (VB/E -PI).

Este último voltaje no significa que el transistor no pueda conducir corriente eléctrica, sino que conducirá solo en algunos instantes, es decir, su conducción será a impulsos.

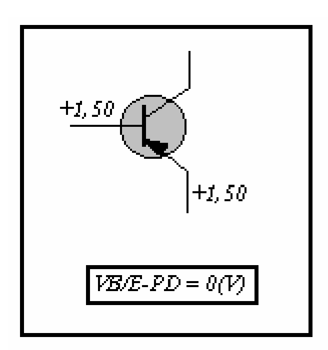


NOTA: El voltaje base / emisor en polarización inversa (VB/E -PI), ya sea en transistores de SI o de GE, puede variar entre algunas decimas de volt y 4 volt aproximadamente.

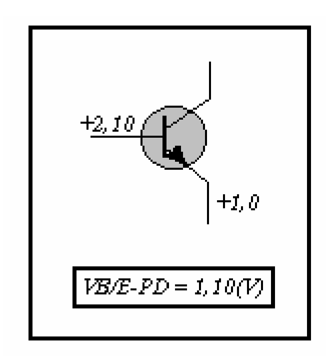
AVERIAS EN LA JUNTURA BASE EMISOR. -

Al presentarse una avería en la juntura base / emisor de un tr ansistor, se pueden originar los siguientes voltajes de polarización:

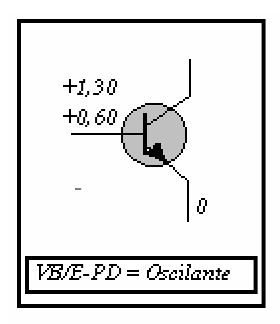
a)Cortocircuito base / emisor = 0(v)



b)Circuito abierto base / emisor = El voltaje base / emisor será superior a lo normal.



c)Intermitencia térmica base / emisor = Voltaje base / emisor oscilante.



Como resumen de lo indicado anteriormente, cuando se mide un voltaje base / emisor, pueden encontrarse los siguientes casos:

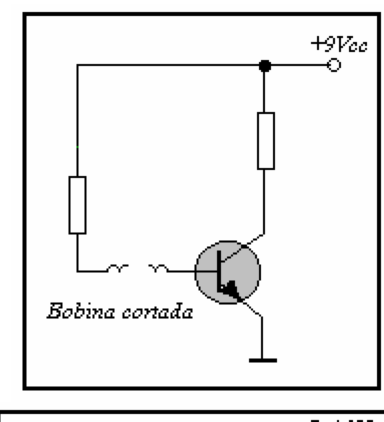
a)VB/E-PD = 0(V).-

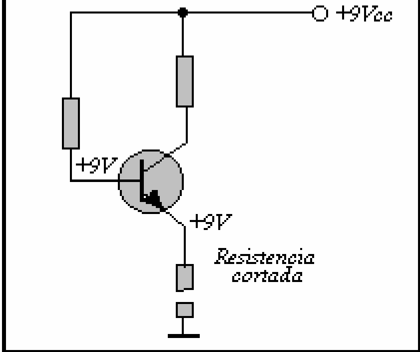
Las causas de esta ausencia de voltaje pueden ser las siguientes:

-Cortocircuito base / emisor.

-base o emisor sin polarización, debido a que alguna línea de alimentación se encuentra cortada o en cortocircuito a masa.

Ejemplos:





b)VB/E_PD NORMAL.-

Esto significa que tanto el transistor como sus componentes asociados se encuentran en buenas condiciones.

c)VB/E-PD INFERIOR A LO NOPRMAL.-

Las causas que provocan esta baja en el voltaje de polarización base / emiso r pueden ser:

-Fugas entre base y emisor.
-Falla en alguna etapa anterior, la cual afecta al transistor sobre el cual se está midiendo.
-Alteración en alguno de los componentes que polarizan a la base o al emisor del transistor donde se está midiendo.

d)VB/E-PD SUPERIOR A LO NORMAL.-

Las causas que normalmente provocan esta alteración en el voltaje de polarización base / emisor son:

-Circuito abierto entre base y emisor.

-Existen algunos transistores de tipo especial, denominados “DARLINGTON”, en los cuales el voltaje base / emisor es de un valor igual al doble del que se encuentra en los transistores bipolares convensionales.

